corso di
RADIOTECNICA

pubblicazione settimanale - 13 - 20 maggio 1961 - un fascicolo lire 150 33° numero

corso di RADIOTECNICA

settimanale a carattere culturale

Direzione, Amministrazione, Pubblicità:
Via dei Pellegrini 8/4 - Telef. 593.478
MILANO

Ogni fascicolo — contenente 3 lezioni — costa lire 150, acquistato alle edicole.

Se l'edicola risulta sprovvista, o si teme di rimanere privi di qualche numero, si chieda invio settimanale direttamente al proprio domicilio a mezzo abbonamento.

Il versamento per ricevere i 52 fascicoli costituenti l'intero Corso è di lire 6500 + I.G.E = lire 6630. A mezzo vaglia postale, assegno bancario, o versamento sul conto corr. postale 3/41.203 del « Corso di RADIOTECNICA » - Via dei Pellegrini 8-4 - Milano. In ogni caso, scrivere in modo molto chiaro e completo il proprio indirizzo.

L'abbonamento può essere effettuato in qualsiasi momento; si intende comprensivo delle lezioni pubblicate e dà diritto a ricevere tali lezioni, che saranno inviate con unica spedizione.

Estero: abbonamento al Corso, Lit. 8.500. ($ 15). Numeri singoli Lit 300 ($ 0,50).

Per i cambi di indirizzo durante lo svolgimento del Corso, unire lire 100, citando sempre il vecchio indirizzo.

Fascicoli singoli arretrati — se disponibili — possono essere ordinati a lire 300 cadauno. Non si spedisce contrassegno.

Distribuzione alle edicole di tutta Italia: Diffus. Milanese . Via Soperga, 57 - Milano.

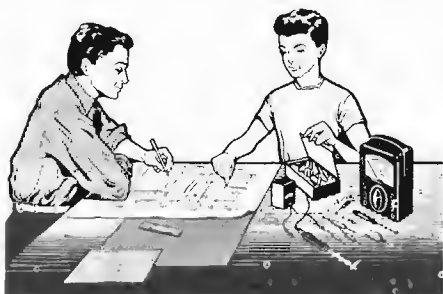
Direttore responsabile: Giulio Borgogno.

Autorizzaz N. 5357 - Tribunale di Milano.

Stampa: Intergrafica S.r.l. - Cologno Monzese.

La Direzione non rivende materiale radio; essa può comunicare, se richiesta, indirizzi di Fabbricanti, Importatori, Grossisti ecc. in grado di fornire il necessario ed ai quali il lettore può rivolgersi direttamente.

Alla corrispondenza con richiesta di informazioni ecc. si prega allegare **sempre** il **francobollo per la risposta**.

Parte del testo e delle illustrazioni è dovuta alla collaborazione del Bureau of Naval Personnel, nonchè al Dept of the Army and the Air Force - U.S.A

A chi può essere utile questo Corso? Anzitutto — stante la sua impostazione — il Corso, basato sull'esposizione in forma a tutti accessibile della radiotecnica, dai suoi elementi basilari alla evoluzione più recente, rappresenta la forma ideale per tutti coloro che intendono dedicarsi all'elettronica, sia come forma ricreativa sia — soprattutto — per l'acquisizione di una professione specializzata che possa procurare loro una posizione di privilegio in seno alla società odierna.

Anno per anno, la nostra civiltà si indirizza sempre più verso questa meravigliosa, si potrebbe dire fascinosa, elettronica che nel modo più evidente consente sviluppi impensati progressi grandiosi e una rapida evoluzione di tutti gli altri rami dello scibile che essa tocca e influenza.

L'industria, tutta l'industria, nel senso più ampio, da quella elettrotecnica a quella meccanica, alla metallurgica, alla chimica ecc., con i suoi laboratori di ricerca e le sue fabbriche richiede, e richiederà sempre più, con un ritmo rapidamente crescente, tecnici specializzati con conoscenza dell'elettronica tecnici specificatamente elettronici e persino operai e impiegati di ogni ordine e categoria con cognizioni di elettronica.

Si può dire che anche le branche commerciali, quelle dei trasporti e persino quelle amministrative con le recenti introduzioni delle calcolatrici, abbisognano di personale che conosca i principi dell'elettronica le macchine relative il loro pieno sfruttamento, la eventuale riparazione ecc. e quanto più in modo completo, quanto meglio.

Nasce, da una tale situazione, una logica conseguenza: per la scelta di una professione o di un mestiere, per un miglioramento della propria posizione sociale, per l'intrapresa di una libera attività o anche per la sola acquisizione di cognizioni che indubbiamente verranno oltremodo utili, è quanto mai opportuno riflettere se non sia conveniente dedicare un po' di tempo allo studio di questa scienza che ha tra l'altro il pregio di rendersi immediatamente attraente, concreta, accessibile e foriera di moltissime soddisfazioni.

A questo scopo appunto, e con questi intenti, è stato redatto questo Corso.

Non mancano invero altri corsi (specie per corrispondenza) o scuole di radiotecnica, ne mancano (sebbene siano in numero del tutto inadeguato) scuole statali o pareggiate ma la struttura e l'impostazione che caratterizzano queste 156 lezioni sono alquanto particolari, presentando non pochi vantaggi sulle diverse altre forme di cui si è detto.

Anzitutto vogliamo porre in evidenza **il fattore economico.**

Frequentare regolarmente, durante tutto l'anno, una scuola è certo il modo più logico — anche se non il più rapido — per apprendere ma, tralasciando il fatto che rarissimi sono gli Istituti di radiotecnica, è a tutti possibile dedicarsi esclusivamente, e per l'intero anno, allo studio? Noi riteniamo che chi può farlo costituisca oggi assai più l'eccezione che la regola. Ciò significa infatti poter disporre liberamente del proprio tempo senza avere la necessità di un contemporaneo guadagno: il nostro Corso permette a chiunque di studiare a casa propria, nelle ore libere dal lavoro, senza abbandonare o trascurare quest'ultimo. Ciò caratterizza invero anche altri corsi, ma il vantaggio economico diviene notevole ed evidentissimo se si considera che di fronte all'esborso, anche se rateale, di quasi 80.000 lire che i corsi per corrispondenza richiedono, seguendo il nostro Corso la spesa in un anno risulta di poco più di 7500 lire (150 lire alla settimana presso un'edicola) o di 6630 lire totali, con recapito postale settimanale, delle lezioni a domicilio.

E' superfluo dire che la Modulazione di Frequenza, i transistori, i circuiti stampati, la trasmissione, il telecomando ecc. sono argomenti integrali del Corso e non costituiscono motivo di corsi speciali, aggiunti o particolari.

Le lezioni di questo Corso — a differenza di molte altre — non sono stampate con sistemi di dispensa, a ciclostile o con sistemi più o meno analoghi, derivanti cioè da un originale battuto a macchina da scrivere; esse sono stampate in uno stabilimento grafico con chiari caratteri tipografici da cui deriva una assai più agevole lettura e — fattore certamente di non secondaria importanza — un contenuto molto più ampio, corrispondendo una pagina a stampa a tre o quattro pagine di quelle citate. Il lettore avrà, alla fine del Corso, un volume di ben 1248 pagine di grande formato!

Chiunque, indipendentemente dall'età, dalla professione e dalle scuole compiute **può seguire il Corso.** Alle esposizioni teoriche si abbinano numerose, attraenti, istruttive ed utili descrizioni che consentono la realizzazione di ricevitori amplificatori, strumenti vari e persino di trasmittenti su onde corte.

A questo proposito è sintomatico il fatto che la Direzione non vuole assolutamente assumere la fisionomia di un fornitore o commerciante di materiale radio, rivendendo agli allievi le parti necessarie. Il materiale occorrente l'interessato può acquistarlo dove e come meglio crede e, assai spesso anzi, già ne dispone. Viene così evitato l'acquisto forzoso, caratteristico più o meno di tutti gli altri corsi.

Anche chi è già radiotecnico, anche chi ha seguito o segue altri corsi troverà **il massimo** tornaconto in questo completo ed aggiornato lavoro. Molte nozioni, è logico, saranno note, altre un po' meno e sarà utile rinfrescarle, e il tutto infine costituirà un manuale di consultazione, prezioso tanto per la teoria esposta quanto per i numerosi schemi, per le tabelle, per i grafici, gli elenchi, i dati, il vocabolario dei termini ecc.

Concludendo, si può affermare che questo **Corso di Radiotecnica** oltre che come insegnamento graduale si presenta come **enciclopedia e rivista assieme** ciò che permette di formare — con modestissima spesa — **il più completo, ricco, utile e pratico volume di radiotecnica di cui sia dato oggigiorno disporre.**

L'OSCILLOGRAFO A RAGGI CATODICI

L'oscillografo a raggi catodici è uno strumento elettronico di grande utilità per il radiotecnico, sia per gli impieghi della tecnica delle riparazioni che — in misura ancora maggiore — per l'uso in fase di progetto, di studio, e di collaudo di apparecchiature originali. La sua grande utilità gli deriva dalla preziosa dote di consentire la visione dell'entità e della forma delle varie tensioni e correnti presenti in un circuito.

L'oscillografo sfrutta tutte le possibilità offerte dal tubo a raggi catodici, migliorandole ed ampliandole mediante l'uso di circuiti accessori che costituiscono di per se stessi le varie sezioni dello strumento.

Un oscillografo a raggi catodici può essere, teoricamente, suddiviso in sei sezioni separate, che ora esamineremo; ognuna di queste sezioni compie una funzione specifica e indispensabile, e, — nonostante la sua apparente complessità — l'oscillografo è uno degli strumenti in realtà più semplici che la tecnica abbia elaborato a vantaggio del tecnico.

Le sezioni che compongono un oscillografo sono le seguenti, come è illustrato nello schema funzionale di **figura 1**:

L'amplificatore verticale — Come si è detto, la sensibilità del tubo non e tale da dare una deviazione apprezzabile del raggio catodico se non mediante l'applicazione alle placchette deflettrici di una tensione di una certa entità. La tensione e la corrente che caratterizzano la maggior parte dei segnali che circolano in un apparecchio elettronico sono invece, in linea di massima, di piccola entità: da qui, la necessità di dotare l'oscillografo di un'amplificazione capace di aumentare l'ampiezza di detti segnali fino ad un valore sufficiente per determinare una deflessione apprezzabile. All'ingresso dell'amplificatore apposito viene applicato il segnale da esaminare: l'uscita viene collegata alle placchette di deflessione verticale. Qualsiasi segnale così applicato alle placchette deflettrici in senso verticale, — allorchè quelle deflettrici in senso orizzontale sono inattive — determina lo spostamento periodico del punto luminoso, per cui sullo schermo si ottiene una linea verticale (**figura 2**), la cui lunghezza è direttamente proporzionale all'ampiezza del segnale stesso. L'amplificazione fornita dall'intero amplificatore deve essere regolabile mediante un potenziometro, onde adattare il segnale presente, all'uscita che è in relazione alle dimensioni dello schermo; la curva di responso alla frequenza deve essere lineare entro ampi limiti. Maggiore è l'ampiezza della gamma di frequenza entro la quale l'amplificazione è lineare, migliore è la qualità dello strumento e più ampia la sua utilità.

Se l'ingresso dell'amplificatore verticale è provvisto di un attenuatore calibrato, e se sullo schermo viene applicata una mascherina trasparente e tarata con indicazioni in millimetri o multipli, conoscendo a priori il fattore di deflessione, si può misurare la lunghezza della traccia verticale per valutare l'ammontare della tensione applicata all'ingresso dell'amplificatore: in tal caso l'oscillografo serve anche per la misura di tensioni.

L'amplificatore orizzontale — Esso è in tutto analogo all'amplificatore verticale, e si presta ad un compito analogo. Anche in questo caso, qualsiasi segnale applicato all'ingresso determina sullo schermo una linea, come è illustrato alla **figura 3**. L'unica differenza consiste nel fatto che l'amplificazione prevista è inferiore, e ciò, in quanto l'utilizzazione è un po' diversa. Mentre all'amplificatore verticale si applica il segnale che deve essere esaminato, l'amplificatore orizzontale deve semplicemente determinare lo spostamento periodico del punto luminoso in senso orizzontale, in modo da consentire la formazione dell'immagine. A tale scopo viene applicato al suo ingresso o un segnale speciale prodotto da una terza sezione dell'oscillografo, o altri segnali dei quali ci occuperemo in seguito. Anche l'amplificatore orizzontale deve essere lineare entro ampi limiti, perchè, in determinati casi, viene utilizzato come il precedente.

Di conseguenza, anch'esso è provvisto di un controllo manuale dell'amplificazione.

La base dei tempi — Come abbiamo visto nello studio della corrente alternata, tale corrente può essere rappresentata graficamente mediante un sistema di assi cartesiani nel quale l'ampiezza variabile della tensione viene riportata in senso verticale, mentre il fattore « tempo » viene rappresentato in senso orizzontale. Il circuito denominato « base dei tempi » al quale abbiamo già fatto un breve cenno esaminando l'impiego del tubo a raggi catodici, ha appunto il compito di determinare lo spostamento periodico del punto luminoso in senso orizzontale, compiendo così la funzione dell'asse « x »; si ottiene in tal modo una traccia visibile durante il movimento del punto da sinistra a destra, ed invisibile durante il ritorno, da destra a sinistra. Ciò è possibile adottando un circuito oscillante che produce quella tensione a particolare andamento —

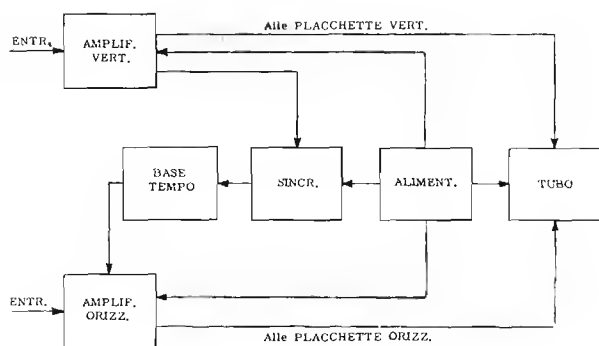



Fig. 1 — Schema a blocchi di un oscillografo a raggi catodici. Come si nota, esso consta di quattro sezioni indipendenti, di un tubo a raggi catodici, e di un alimentatore generale.

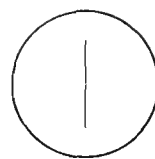



Fig. 2 - Lo spostamento ritmico del punto in senso verticale dà una linea continua.

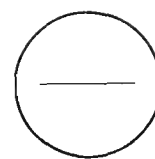



Fig. 3 - Col segnale tra le sole placchette di deflessione orizzontale, si ha una linea come da figura.

Fig. 4 - Tensione a dente di sega. Il tratto in discesa è più ripido di quello in salita. L'esplorazione dello schermo ha luogo col tratto in salita.

come sappiamo — a « dente di sega », la cui forma ci è nota, ma che raffiguriamo nuovamente alla **figura** 4. Il circuito, ripetiamo, è congegnato in modo tale che durante il tratto in salita, il punto si sposta con una certa velocità, costante, fino a raggiungere il valore massimo, mentre durante il tratto in discesa, molto più rapido del primo, il punto ritorna in posizione di partenza (a sinistra dello schermo), senza determinare su quest'ultimo, nel tragitto, una traccia visibile. Il segnale in questione viene applicato alle placchette di deflessione orizzontale attraverso il relativo amplificatore (di cui si è detto sopra) che consente la regolazione dell'ampiezza delle oscillazioni e quindi la scelta e l'adeguamento alle esigenze della larghezza della traccia orizzontale.

L'amplificatore orizzontale è provvisto, nel suo circuito di ingresso, di un commutatore che permette di inserire il segnale di base dei tempi o di escluderlo, a seconda della necessità.

La presenza della tensione a dente di sega, e quindi della traccia corrispondente sullo schermo, consente di raffigurare su quest'ultimo la tensione applicata alle placchette verticali, in funzione del tempo. Ciò è dovuto al fatto che, mediante opportuni controlli, la frequenza delle oscillazioni è regolabile in modo tale che sia sempre possibile avere un'intera oscillazione orizzontale nel medesimo tempo in cui si verifica un determinato numero di oscillazioni nel segnale verticale. Per questo motivo, il circuito della base dei tempi è munito di un commutatore che divide l'ampia gamma delle frequenze generate in un determinato numero di settori, a campo più ristretto, e di un controllo graduale che consente di individuare tutte le frequenze contenute nei vari settori.

Il circuito di sincronismo — Compito di questo circuito è quello di *sincronizzare* i segnali prodotti dalla base dei tempi rispetto a quelli provenienti dall'amplificatore verticale. In tal modo, è possibile far coincidere sempre l'inizio di ogni oscillazione a dente di sega con l'inizio di una oscillazione del segnale verticale e mantenere stabile la visione delle forme d'onda in esame. Anche questo circuito è provvisto di un controllo manuale che ne dosa l'efficacia e che è posto a portata di mano dell'operatore.

Il tubo a raggi catodici — Di questa sezione ci siamo occupati esaurientemente nelle lezioni precedenti: è dunque sufficiente ripetere che esso può avere uno schermo di vario diametro, può fornire tracce di vario colore, e può essere più o meno sensibile. Le uscite dei due amplificatori precedentemente citati sono collegate alle due coppie di placchette deflettrici, mentre gli altri elettrodi fanno capo ai vari controlli di messa a fuoco e di luminosità.

L'alimentatore — Anche di questa sezione ci siamo già occupati, sia pure sommariamente. Maggiori dettagli verranno però forniti nella descrizione pratica di un oscillografo. La massima tensione a c.c che l'alimentatore deve fornire si aggira intorno ai 1.000 volt, tuttavia, occorre disporre anche di tensioni più basse per alimentare le varie valvole amplificatrici, oscillatrici, ecc.

L'immagine che si produce sullo schermo è dunque la combinazione dei due segnali, orizzontale e verticale, applicati alle relative coppie di placchette. Questi segnali, agendo simultaneamente sul raggio catodico e determinandone lo spostamento secondo la risultante dei due campi elettrostatici, fanno sì che il punto luminoso descriva sullo schermo l'andamento del segnale di ingresso verticale in funzione della frequenza del segnale orizzontale, ossia del tempo.

Abbiamo ora detto che l'azione combinata dei due campi elettrostatici simultanei applicati alle placchette deflettrici determina la comparsa sullo schermo della forma d'onda del segnale da esaminare: il principio fondamentale è illustrato alla **figura** 5. Le quattro sezioni della figura possono essere così suddivise: in basso, a sinistra, è riprodotta la forma d'onda di una oscillazione intera a dente di sega; in alto, sempre a sinistra, è rappresentato lo schermo del tubo con l'immagine che vi dovrebbe apparire e, a destra, è riprodotta la forma d'onda del segnale da esaminare. In **B** vediamo ciò che effettivamente appare sullo schermo.

Nelle diverse sezioni il punto *0* costituisce l'inizio simultaneo dei due segnali, ed è corrispondente all'assenza di campo elettrostatico sia verticale che orizzontale tra le placchette deflettrici, in quanto la tensione è nulla. Man mano che la tensione a dente di sega sale fino a raggiungere il punto *12*, nel quale il suo valore è massimo, il punto luminoso si sposta orizzontalmente sullo schermo fino a raggiungere il punto

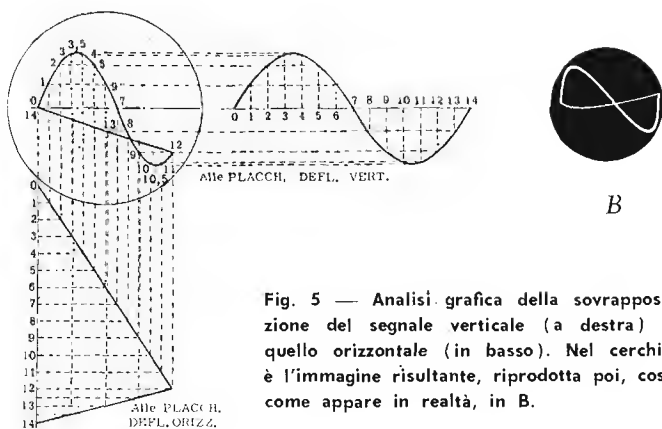



Fig. 5 — Analisi grafica della sovrapposizione del segnale verticale (a destra) a quello orizzontale (in basso). Nel cerchio è l'immagine risultante, riprodotta poi, così come appare in realtà, in B.

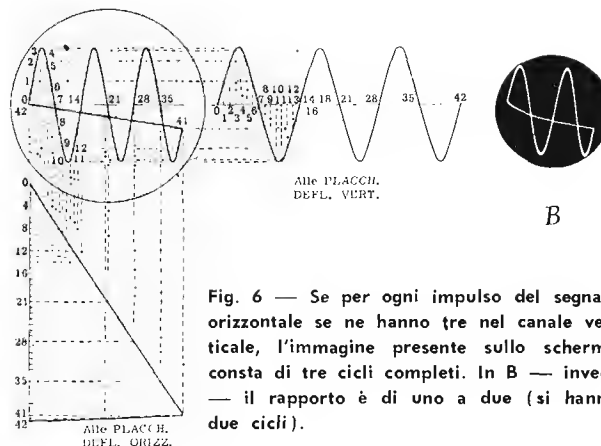



Fig. 6 — Se per ogni impulso del segnale orizzontale se ne hanno tre nel canale verticale, l'immagine presente sullo schermo consta di tre cicli completi. In B — invece — il rapporto è di uno a due (si hanno due cicli).

12 corrispondente. Esso però non si trova più sul diametro orizzontale, in quanto la sua posizione ha subito contemporaneamente tutti gli spostamenti in senso verticale determinati dalla presenza del campo elettrostatico verticale. Seguendo punto per punto i due segnali, si noterà che, nell'istante in cui la tensione a dente di sega cade rapidamente dal punto *12* al punto *14*, l'immagine presente sullo schermo corrisponde a buona parte del segnale verticale. Se la durata dell'impulso triangolare fosse leggermente maggiore, esso avrebbe potuto essere riprodotto per intero. E' facile notare, alla figura 5-B che l'ultimo tratto del segnale verticale — che non consente alla traccia-luminosa di raggiungere il diametro orizzontale dello schermo — si manifesta mediante una leggera curvatura della traccia di ritorno al punto di partenza.

Detta traccia, in realtà, è bene non sia visibile, per cui — come vedremo in seguito — esistono alcuni sistemi per sopprimerla.

La **figura 6** illustra il caso in cui una oscillazione orizzontale a dente di sega avviene nel periodo di tempo in cui si verificano tre oscillazioni complete del segnale verticale. In tal caso, sullo schermo sono visibili tre cicli di detto segnale, e ciò ci dimostra che **il numero delle oscillazioni visibili è dato dal rapporto tra la frequenza del segnale verticale e la frequenza del segnale orizzontale**. Se le frequenze sono eguali, si vedrà sullo schermo un solo periodo (rapporto 1:1); se la frequenza è doppia, si vedranno due periodi (rapporto 2:1), e così via. E' facile dedurre che, conoscendo perfettamente la frequenza del segnale orizzontale (nel nostro caso frequenza del segnale a dente di sega), è possibile conoscere quella del segnale verticale moltiplicando il valore della frequenza orizzontale per il numero di oscillazioni visibili sullo schermo.

La sezione **B** della figura 6 illustra l'immagine che si presenta su di uno schermo allorchè la frequenza verticale è doppia di quella orizzontale.

L'AMPLIFICATORE VERTICALE

Affinchè uno strumento di misura possa « leggere » un segnale senza variarne minimamente le caratteristiche, è necessario che esso non comporti alcun assorbimento di corrente. Per questo motivo la sua impedenza di ingresso deve essere, se non infinita, per lo meno molto elevata. Ciò abbiamo visto a suo tempo, a proposito del voltmetro a valvola, ed abbiamo allora visto anche come sia possibile realizzare un amplificatore la cui impedenza di ingresso ammonti a diversi Megaohm, impedenza sufficiente per la maggior parte delle applicazioni pratiche. Inoltre, dal momento che l'oscillografo deve poter servire pure per l'osservazione di segnali a frequenza molto elevata, anche la capacità di ingresso non deve essere superiore a 20 pF, e, in casi speciali, deve essere notevolmente inferiore.

Il responso alla frequenza dell'amplificatore verticale varia a seconda delle esigenze. Esistono tipi di oscillografi destinati esclusivamente alle misure in Bassa Frequenza: in tal caso un responso lineare fino a 100 kHz è sufficiente. Tuttavia, come vedremo meglio in seguito, anche nelle analisi di circuiti a Bassa Frequenza occorre disporre di oscillografi aventi una curva di responso molto più ampia, in quanto i segnali in gioco possono essere del tipo « non sinusoidale », ed in tal caso minore è la linearità di responso, maggior è la distorsione introdotta dall'amplificatore. Questo ci è ormai ben chiaro dall'esame che abbiamo fatto appunto delle onde a forma non sinusoidale.

Uno degli accessori più importanti di tali amplificatori è costituito dall'attenuatore di ingresso, che può essere di due tipi, come è illustrato alle **figure 7-A** e **B**. Nel primo caso, il segnale viene applicato ai capi di un potenziometro, il cui cursore preleva la quantità desiderata e necessaria per determinare sullo schermo la deflessione voluta. Il secondo caso è, invece, più complesso, in quanto il segnale viene applicato ai capi di un divisore le cui caratteristiche sono tali da determinare una prima attenuazione detta « a decadi ». I valori dei vari settori della resistenza sono, infatti, calcolati in modo tale da consentire il prelievo di tutto il segnale, oppure di 1/10, di 1/100 o di 1/1.000. Ad esso fa seguito il sistema potenziometrico convenzionale, che, per ogni portata, consente di prelevare i vari valori intermedi.

Nel casi in cui l'oscillografo debba essere impiegato per l'esame di frequenze molto elevate, si preferisce adottare uno stadio di ingresso del tipo a « cathode-follower », illustrato alla **figura 8**. In **A** il segnale è applicato direttamente sulla griglia del primo stadio, ed è prelevato sul catodo mediante un potenziometro; in **B** il segnale è applicato invece ad un attenuatore

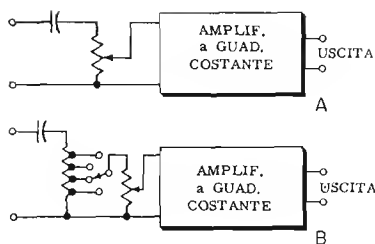



Fig. 7 — Per controllare l'ampiezza della deflessione si può avere un semplice attenuatore potenziometrico (A) oppure un doppio attenuatore, a scatti e potenziometrico (B).

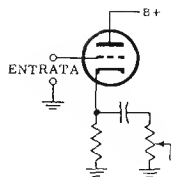



Fig. 8A — Stadio di ingresso di un amplificatore ad accoppiamento catodico. L'attenuatore potenziometrico è applicato all'uscita.

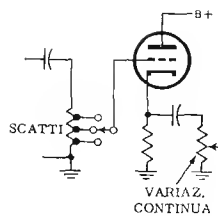



Fig. 8B — Stadio di ingresso con attenuatore a scatti. In tal modo è possibile, se necessario, prelevare solo una parte del segnale da esaminare.

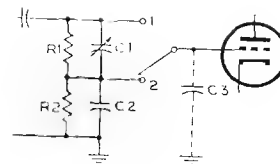



Fig. 9 — L'attenuatore a scatti, presente all'ingresso dell' amplificatore verticale, porta dei compensatori in parallelo alle resistenze, che rendono l'attenuazione indipendente dalla frequenza.

a decadi posto direttamente ai capi dell'ingresso, mentre il potenziometro, inserito sull'uscita catodica, consente di variare gradualmente l'ampiezza del segnale prelevato.

Agli effetti delle frequenze molto elevate, la capacità di ingresso dell'amplificatore ha notevole importanza dato che costituisce un possibile percorso verso massa nei confronti del segnale. La reattanza offerta da tale capacità si comporta, in pratica, come una resistenza posta in parallelo alle resistenze dell'attenuatore. Per tale motivo, ciascuna resistenza reca in parallelo una capacità variabile (compensatore), come è illustrato alla **figura 9**. La regolazione di tali compensatori consente di mantenere i rapporti a decadi tra le varie impedenze, questo perchè le relative capacità vengono tarate in modo che il rapporto tra le ampiezze del segnale presente ai capi delle varie sezioni sia costante, indipendentemente dalla frequenza. In altre parole, il valore ohmico dei vari settori dell'attenuatore non è dato dal solo valore di *R1* e di *R2*, bensì dalla loro combinazione in parallelo con la reattanza capacitiva X_c offerta dai diversi compensatori ad esse collegati.

La **figura 10** illustra uno schema tipico di amplificatore verticale a 4 stadi per oscillografi a raggi catodici. L'uso dei triodi è preferibile in quanto la distorsione introdotta è molto bassa, come abbiamo visto a suo tempo. L'attenuatore di ingresso è del tipo descritto ma a due rapporti, ed il potenziometro inserito nel circuito catodico del primo stadio consente di variare a piacere l'ampiezza del segnale prelevato. I due stadi successivi sono caratterizzati dalla presenza di induttanze in serie al carico anodico, indispensabili al fine di mantenere costante l'amplificazione alle frequenza più elevate. Con l'aumentare della frequenza, infatti, aumenta la reattanza da esse opposta, e quindi la quantità di segnale che si sviluppa sull'anodo di ciascuno stadio, supplendo così alle perdite altrimenti verificantisi. La quarta valvola amplificatrice è inserita anch'essa a « cathode-follower », il che assicura una buona stabilità di funzionamento; il potenziometro collegato in serie al catodo ha — come vedremo — notevole importanza agli effetti del centraggio dell'immagine sullo schermo.

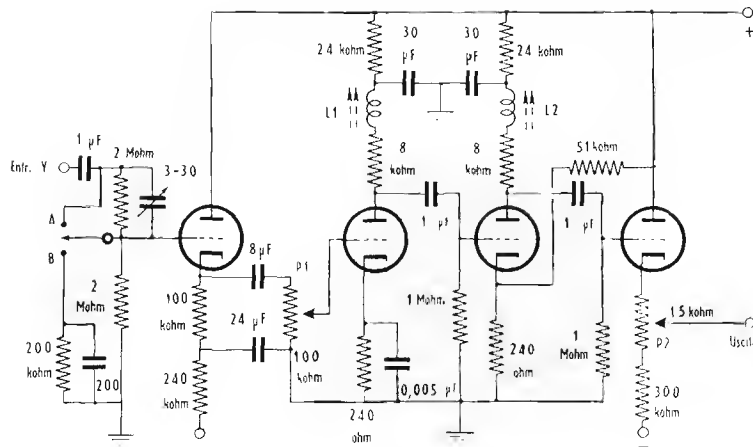
Come si è detto nello studio del tubo a raggi catodici, la non uniformità del campo elettrostatico di deflessione determina lo sfuocamento del punto luminoso, e quindi dell'immagine da esso costruita, nelle regioni periferiche dello schermo. Allo scopo quindi di evitare qualsiasi distorsione è necessario che i campi elettrostatici abbiano la massima uniformità. Sappiamo inoltre che, generalmente, il lato positivo dell'alta tensione viene collegato a massa, contrariamente a quanto accade nelle normali apparecchiature elettroniche.

Negli oscillografi di tipo più economico, il sistema di deflessione usato è ad uscita « singola », ossia « non bilanciata ». In tal caso, una delle due placchette di ogni coppia è collegata a massa, e la tensione di deflessione (ossia il segnale), viene applicata all'altra placchetta. Detta tensione può essere negativa o positiva rispetto a massa. Dal momento che l'anodo acceleratore ha il medesimo potenziale della placchetta connessa a massa, si determina una non uniformità nel campo di deflessione, per cui il punto si sfuoca e l'immagine risulta distorta.

Nei circuiti d'uscita in « push-pull » o « bilanciati » invece, nessuna delle placchette è collegata a massa, ed il segnale deflettente viene applicato ad entrambe. In tal modo vengono evitate in massima parte tutte le fonti di distorsione e di sfocatura, e si ottiene, inoltre, il vantaggio di determinare ampie deflessioni con minori variazioni di tensione.

La **figura 11** illustra due tra i sistemi più comuni di uscita degli amplificatori verticali. In **A** il segnale viene preso sia sulla placca che sul catodo della valvola finale, per cui sussiste uno sfasamento di 180° che consente di applicare ad ogni placchetta un segnale di eguale ampiezza, ma di fase opposta. In **B**, invece, l'inversione di fase è ottenuta sfruttando la caduta di tensione che il segnale determina ai capi della resistenza catodica di V_1 in comune al catodo di V_2. Questa caduta è presente automaticamente sulla griglia di V_2, per cui quest'ultima amplifica un segnale eguale a quello alla griglia di V_1, ma di fase opposta. In entrambi i casi, le placchette hanno un potenziale eguale ed opposto, il cui punto neutro, presente nel punto di collegamento tra R_a ed R_b, che hanno il medesimo valore, è connesso a massa.

Un ulteriore perfezionamento che caratterizza gli amplificatori verticali usati in certi tipi di oscillografi è la possibilità di amplificare la corrente continua o

Fig. 10 — Esempio tipico di amplificatore del segnale verticale per oscillografo. Si usano dei triodi per ottenere una minore distorsione. All'ingresso (Y) si ha un attenuatore a due posizioni (A e B). P1 consente invece la regolazione continua dell'ampiezza. L1 ed L2, di pochi millihenry, rendono il responso lineare alle frequenze elevate. Il potenziometro P2 agisce da controllo di centraggio verticale dell'immagine.

una frequenza bassissima. Come è noto, l'accoppiamento tra due stadi di amplificazione avviene tramite un condensatore o un trasformatore, ed entrambi consentono il solo passaggio della corrente alternata. La **figura 12** illustra, invece, un artificio per consentire anche l'accoppiamento di segnali la cui frequenza è zero o quasi. L'intera tensione anodica è presente ai capi di un partitore di tensione, calcolato in modo tale che i collegamenti dei vari elettrodi di V_1 e V_2 consentano di mantenere le normali relazioni di polarità che devono sussistere tra di loro affinchè possa aver luogo l'amplificazione. Il punto contrassegnato $-B$, ha il massimo potenziale negativo, per cui, risalendo verso destra in direzione di $+B$, il potenziale presente è sempre più positivo. Di conseguenza, la griglia di $V1$ è negativa rispetto al catodo, e la placca relativa ha un potenziale pari a + 185 volt a causa della caduta di tensione di R. Detta caduta fa anche in modo che la griglia di $V2$ sia negativa rispetto al catodo relativo, pur essendo collegata direttamente alla placca dello stadio precedente.

Questo tipo di circuito si dimostra di grande utilità nei casi in cui si debbano effettuare misure su frequenze molto basse, prossime cioè alla corrente continua, in quanto vengono evitati i noti sfasamenti che si determinano con gli accoppiamenti convenzionali.

L'AMPLIFICATORE ORIZZONTALE

Le caratteristiche di questa sezione dell'oscillografo a raggi catodici non sono molto dissimili da quelle dell'amplificatore verticale. Anche in questo caso l'impedenza e la capacità di ingresso devono essere contenute rispettivamente in valori massimi e minimi. Nei casi in cui la sezione orizzontale debba poter compiere funzioni analoghe a quelle della sezione verticale, ovviamente le caratteristiche devono essere identiche. In linea di massima, tuttavia, il responso alla frequenza viene tenuto lineare entro limiti più ridotti, sopratutto per il fatto che, come si è visto, le frequenze in gioco sono normalmente un sottomultiplo delle frequenze di funzionamento dell'amplificatore verticale. Di solito è sufficiente che la linearità di responso si estenda fino ad un terzo di quella verticale, per ottenere sullo schermo un minimo di 3 oscillazioni.

Dal momento che, quasi sempre, il segnale da esaminare viene applicato all'amplificatore verticale, e che all'amplificatore orizzontale vengono avviati solo segnali di riferimento, anche il guadagno totale di quest'ultimo può essere contenuto entro limiti più ridotti. Il generatore di segnali a dente di sega, del quale ci occuperemo tra breve, fornisce segnali già di una discreta ampiezza, per cui l'intero amplificatore deve poter fornire un guadagno sufficiente a determinare la deflessione del raggio catodico lungo il diametro dello schermo, con un certo margine in eccesso per i casi in cui il segnale esterno sia debole.

Anche l'amplificatore orizzontale deve essere provvisto di un attenuatore di ingresso e di un controllo di amplificazione. Dal momento che il sistema di collegamento alle placchette deflettrici del tubo è del tutto analogo al precedente, anche in questo caso è bene che l'uscita sia bilanciata, allo scopo di mantenere la massima uniformità del campo deflettente.

A questo punto, è bene approfondire gli argomenti relativi ai dispositivi di centraggio, ai quali abbiamo già fatto cenno. Essi funzionano — come si è detto — applicando alle placchette deflettrici una d. d. p. continua, la quale si sovrappone al segnale in arrivo. Si ha così una certa componente continua.

Supponiamo che alle placchette di deflessione verticale venga applicato un segnale sinusoidale, e che un segnale a dente di sega di eguale frequenza venga applicato alle placchette di deflessione orizzontale. In tal caso, l'immagine che si presenta sullo schermo è quella illustrata in **A** della **figura 13**. Se, in serie al segnale verticale si inserisce una tensione positiva continua, la precedente condizione di simmetria che determinava uno spostamento eguale in entrambi i sensi, non sussiste più: in altre parole, la d.d.p. tra gli elettrodi varia in più o in meno rispetto ad un potenziale positivo medio, dato dalla componente continua. Supponiamo che tale componente sia tale da determinare lo spostamento verso l'alto di 25 mm, come in **B** della figura: l'intera immagine si sposterà nel medesimo senso e per la medesima distanza. Se, viceversa, la componente continua viene invertita di polarità, l'immagine si sposta verso il basso, come in **C**.

Nei sistemi di deflessione non bilanciati, una delle placchette di ciascuna coppia è connessa direttamente a massa, e la tensione continua di centraggio è in serie al segnale applicato alla placchetta opposta, (vedi fi-

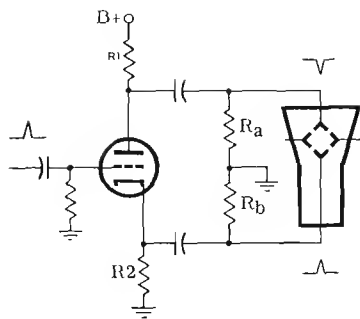



Fig. 11A — Uscita di un amplificatore a stadio singolo. Il necessario sfasamento del segnale è ottenuto col prelievo tra placca e catodo, per cui si hanno i dovuti 180°.

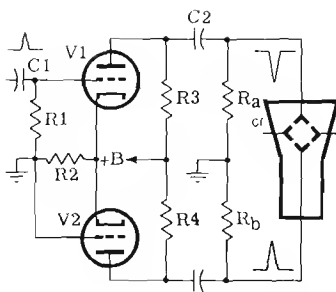



Fig. 11B — Uscita di un amplificatore in controfase. I due segnali sulle placche sono sfasati di 180°, come si nota osservandone la rappresentazione presso il tubo.

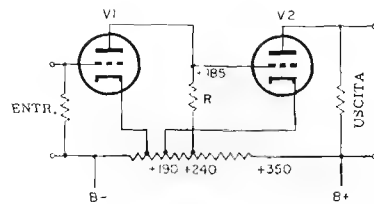



Fig. 12 - Amplificatore ad accoppiamento diretto. L'assenza di una capacità di accoppiamento consente il passaggio di segnali a frequenza quasi zero.

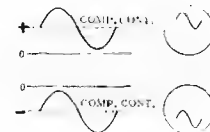



Fig. 13 — Spostamento dell'immagine, per l'aggiunta di una componente continua.

gura 14). In tal caso, il centraggio avviene ad opera del potenziometro *R*2, ai capi del quale è presente una tensione continua il cui punto neutro, determinato da *R*3 ed *R*4 (di eguale valore) è connesso a massa. Quando il cursore è in posizione centrale, il circuito è bilanciato, in quanto una delle placchette è a massa, ed ha quindi il potenziale del punto neutro anch'esso connesso a massa, mentre l'altra viene ad avere il medesimo potenziale a causa della posizione intermedia del cursore. Allorchè quest'ultimo viene spostato verso uno degli estremi del potenziometro, la placchetta ad esso collegata viene ad assumere potenziali positivi o negativi rispetto al punto neutro, i quali determinano a loro volta lo spostamento del punto, e quindi dell'immagine, verso l'alto o verso il basso.

Il medesimo principio viene adottato per il centraggio orizzontale, in quanto il dispositivo è identico e collegato in parallelo al primo, con la sola differenza che i terminali di collegamento al tubo fanno capo alle placchette di deflessione orizzontale.

La **figura 15** illustra, invece, il dispositivo di centraggio verticale in un sistema di deflessione bilanciato. Il principio è ancora il medesimo, con la sola differenza di una maggiore complessità, in quanto nessuna delle due placchette è connessa a massa. *R*3 ed *R*4 sono due potenziometri identici e collegati in tandem, ossia comandati dal medesimo albero. La loro variazione è opposta grazie al sistema di collegamento in croce, vale a dire che, mentre in uno la resistenza aumenta, nell'altro diminuisce, e viceversa. Il punto neutro è determinato da *R*5 ed *R*6 di eguale valore. Con tale circuito, ogni aumento della tensione positiva di una delle placchette corrisponde al medesimo aumento della tensione negativa presente sull'altra, e viceversa.

Anche in questo caso il centraggio orizzontale è del tutto identico, e consta di un altro circuito eguale al primo e ad esso parallelo, facente però capo alle placchette di deflessione orizzontale.

Uno degli inconvenienti dei sistemi precedentemente descritti è dovuto alla lentezza con la quale avviene la regolazione allorchè le capacità di accoppiamento tra amplificatori e placchette, e le relative resistenze di carico, sono di valore elevato. In tal caso, infatti, la costante di tempo costituita dal prodotto tra i loro valori fa in modo che, ogni volta che si agisce sul controllo, si determina un impulso di tensione che può essere portato al livello di funzionamento solo dopo che il condensatore presente nel circuito ne ha assunto la carica, la quale è tanto più lenta quanto più detta capacità è elevata.

L'inconveniente si manifesta particolarmente negli oscillografi in cui si è curato al massimo il responso alle frequenze più elevate.

Il dispositivo di centraggio può anche essere inserito tra uno stadio e l'altro dell'amplificatore relativo, come è illustrato in **figura 16**; mediante questa disposizione si rimedia al citato inconveniente. Il funzionamento avviene come segue:

La tensione alternata del segnale è applicata alla griglia della valvola *V*9 (collegata a « cathode follower »), la cui placca è polarizzata con una tensione stabile di 155 volt, mentre il terminale inferiore della resistenza di catodo *R*38, è collegato ad una tensione di —280 volt. I valori *R*37 ed *R*38 sono scelti in modo tale che, allorchè attraverso *V*9 scorre la normale corrente anodica, il punto centrale di *R*37 è a potenziale di massa. *V*10 e *V*11 costituiscono l'amplificatore finale in « push - pull », il cui funzionamento è già stato descritto. I componenti *L*5, *L*6, *R*43, *C*25, *R*44 e *C*26 hanno il compito di aumentare il responso del circuito alle alte frequenze L'impedenza della combinazione *R* - *C* alle frequenze alte è minore di quanto non risulti alle frequenze basse, per cui le prime sono accoppiate alle placchette con minore attenuazione.

Tra il tubo e le placche dell'amplificatore finale è necessario un collegamento diretto, in modo che possa essere trasferita la componente continua dei circuiti di placca, che serve per effettuare il centraggio della immagine.

Se il cursore di *R*37 è in posizione centrale, al segnale applicato alla griglia di *V*10 non viene aggiunta alcuna componente continua, e la corrente anodica media delle valvole finali è pressochè la medesima.

Da ciò si deduce che anche le rispettive tensioni anodiche sono eguali, per cui non esiste alcuna d.d.p. continua tra le placchette deflettrici.

Supponiamo ora che il cursore *R*37 si sposti verso il catodo di *V*9. In tal caso, al segnale applicato alla griglia di *V*10 si somma una componente continua positiva, il che determina un aumento della corrente anodica della stessa. In tali condizioni, la caduta di tensione presente ai capi di *R*42 aumenta, la griglia di *V*11 di-

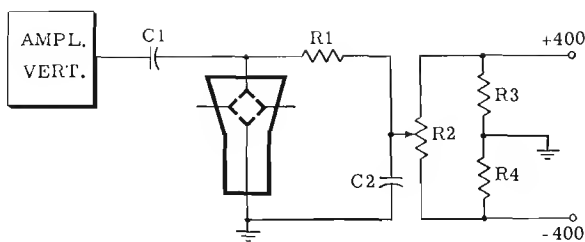



Fig. 14 — Sistema di centraggio « non bilanciato » dell'immagine. Una delle placchette deflettrici è connessa direttamente a massa, e la componente continua che determina lo spostamento è causata dallo squilibrio del ponte formato dai due lati di R2, da R3 e da R4. Variando la posizione del cursore, la placchetta può diventare positiva o negativa rispetto all'altra.

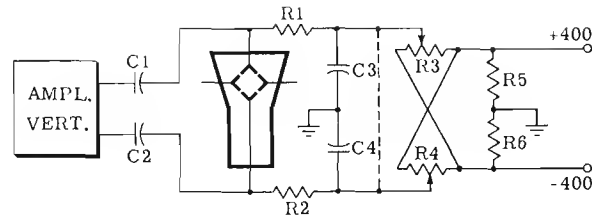



Fig. 15 — Circuito di centraggio del tipo « bilanciato ». E' analogo al precedente, con la sola differenza che nessuna delle placchette è connessa a massa. Il punto neutro è stabilito dai valori di R5 e di R6. Questo circuito consente spostamenti dell'immagine più rapidi che non il circuito non bilanciato illustrato in figura 14.

venta più negativa e la relativa corrente anodica diminuisce in conformità. La riduzione di quest'ultima non equivale all'aumento della corrente anodica di *V*10, per cui la caduta di tensione presente ai capi di *R*42 si mantiene ad un valore più elevato di quello che si era ottenuto allorchè il potenziometro era in posizione centrale. Dal momento che attraverso *V*10 passa una parte notevole della corrente anodica — mentre attraverso *V*11 ne passa una parte minore — la tensione anodica di *V*10 diminuisce, e quella di *V*11 aumenta. Inoltre, la tensione del segnale presente sulla placca di quest'ultima valvola varia attorno ad un potenziale più positivo che non quella del segnale presente sulla placca di *V*10. Di conseguenza, l'immagine si sposta verso la placchetta di deflessione *D*1.

Viceversa, se il cursore del potenziometro *R*37 viene spostato verso il lato più negativo, accade esattamente il contrario, e l'immagine si sposta verso la placchetta *D*2.

Se il valore ohmico del potenziometro *R*37 è eccessivo, la variazione della polarizzazione delle griglie, corrispondente ad una piccola rotazione del cursore, è molto ampia. Di conseguenza, la forma d'onda del segnale può essere subito compromessa. La ragione essenziale per la quale il valore di *R*37 è sempre molto inferiore a quello di *R*38 — e per la quale il terminale inferiore di quest'ultima è collegato ad un potenziale fortemente negativo — è che la variazione della tensione continua, determinata dallo spostamento del cursore, deve essere ragionevole senza però sacrificare l'ampiezza del segnale ricavato dal « cathode-follower ».

Le capacità *C*25 e *C*26 sono in posizione tale che la costante di tempo da esse determinata, rispettivamente con *R*43 ed *R*44, può portare ad un funzionamento lento. Tale inconveniente viene comunque evitato in quanto la massima variazione di tensione ai capi di *R*43 ed *R*44 non è mai superiore al 10% della variazione della tensione anodica. Perciò, dal momento che detti condensatori non devono subire variazioni di carica notevoli, il ritardo che si verifica non è apprezzabile.

L'accoppiamento diretto alle placchette deflettrici implica il problema di mantenerle al potenziale di massa a c. c. La placchetta *D*1 è già a tale potenziale a causa del circuito divisore di tensione costituito da *R*48, *R*47 ed *R*41 collegato tra l'alimentazione a —1.050 volt ed il punto in cui il potenziale è di +280 volt. La placchetta *D*2 è anch'essa al potenziale di massa, a causa del divisore di tensione costituito da *R*46, *R*45, *R*43 ed *R*39, collegato tra i due medesimi punti.

Questo sistema di centraggio può, naturalmente, essere applicato tanto alle placchette verticali quanto a quelle orizzontali.

LA BASE DEI TEMPI

Nei primi tipi di oscillatori a raggi catodici, le oscillazioni a dente di sega venivano prodotte mediante circuiti basati sull'impiego di una resistenza, di un condensatore e di una lampada al neon, alimentati da una sorgente di corrente continua. In seguito, essi furono sostituiti da circuiti più complessi che impiegavano un triodo a gas, « tyratron », oggi in disuso a causa delle inevitabili limitazioni nella frequenza di oscillazione. Attualmente infatti, viene sfruttata la normale valvola termoionica.

Tra i moderni circuiti per la produzione delle oscillazioni che costituiscono la base-tempo di un oscillografo, figura in primo luogo il multivibratore, del quale ci siamo già occupati.

Osserviamo lo schema di principio (vedi lezione 92, figura 8) di un multivibratore del tipo detto ad accoppiamento « simmetrico ». Esso è così chiamato in quanto le resistenze di griglia (*R*1) nonchè i condensatori di accoppiamento (*C*1) sono eguali tra loro. Come sappiamo, il funzionamento è dovuto al fatto che mentre una delle due valvole conduce, l'altra è in interdizione, e le rapide variazioni di corrente in ognuna di esse determinano sulla griglia dell'altra impulsi di tensione che invertono periodicamente tale situazione.

La forma d'onda prodotta da tale circuito è piuttosto irregolare, per cui, al fine di ottenere una tensione di uscita a dente di sega, sono necessarie alcune modifiche. Nella maggior parte dei casi si ricorre invece ad un circuito del tipo « asimmetrico ». In questo sistema, la costante di tempo determinata da una resistenza di griglia col relativo condensatore di accoppiamento è diversa da quella determinata dall'altra resistenza col suo condensatore. Tale differenza fa in modo che *V*2, ad esempio, rimanga in condizioni di interdizione per un tempo maggiore di *V*1. Mentre *V*2 non conduce (**figura 17**), la capacità *C*2 si scarica attraverso *R*5 + *R*4, e durante tale intrevallo di tempo si produ-

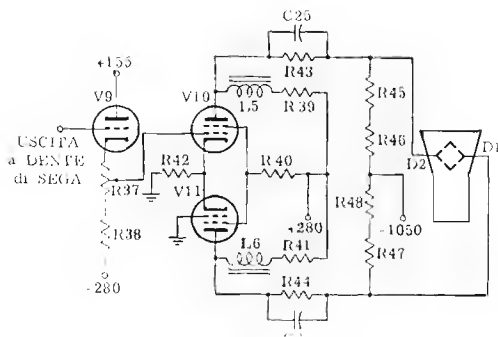



Fig. 16 - Centraggio tra stadi amplificatori. Il cursore di R37 varia la polarizzazione di V 10, ciò che ne sbilancia la corrente rispetto a quella di V 11. Le placche assumono potenziali diversi, il che determina lo spostamento.

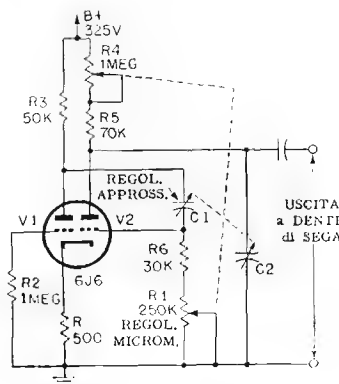



Fig. 17 - Oscillatore a dente di sega asimmetrico. R1 ed R4, e C1 e C2, sono in tandem.

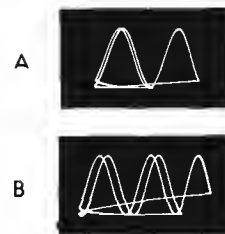



Fig. 18 — Quando l'ampiezza del segnale di sincronismo è eccessiva, l'immagine presente sullo schermo si sdoppia come in A ed in B.

ce l'impulso a dente di sega in aumento progressivo. Allorchè *V2* conduce, la capacità C2 si scarica rapidamente attraverso la valvola stessa, determinando il tratto in discesa dell'impulso. I componenti vengono calcolati in modo che il tempo di conduzione di *V2* sia notevolmente più breve del tempo di interdizione. Il periodo in cui si ha la presenza di corrente attraverso *V2* cessa rapidamente, per cui C2 inizia a scaricarsi, ed il ciclo si ripete.

E' da notare che il circuito di figura 17, che è di uso comune nei generatori della base-tempo, presenta un accorgimento realizzato con l'uso di un catodo in comune per le due sezioni di valvola. La variazione della frequenza prodotta avviene in due modi: variando contemporaneamente le capacità *C1* e *C2* si variano le gamme delle frequenze che possono essere prodotte, le quali sono più alte per bassi valori capacitivi e viceversa. Ogni gamma predeterminata può, a sua volta, essere « esplorata » con continuità, variando contemporaneamente *R1* ed *R4*, azionati dal medesimo comando. I valori sono distribuiti in modo tale che la variazione di frequenza non determina una corrispondente variazione di ampiezza.

Qualsiasi generatore di impulsi a dente di sega per oscillografo deve essere in grado di fornire oscillazioni oltre che della forma voluta, anche variabili entro determinati limiti di frequenza, come precedentemente stabilito. L'oscillatore deve essere provvisto di un commutatore di gamma e di un « verniero » che consenta di ottenere tutti i valori intermedi compresi in ciascuna gamma. Oltre a ciò, deve essere presente un dispositivo di commutazione che consenta di prelevare il segnale prodotto e di applicarlo all'ingresso dell'amplificatore orizzontale, il quale provvederà a dosarlo in ampiezza mediante l'apposito controllo presente sul pannello.

Un'altra importantissima caratteristica dell'oscillografo consiste nel dispositivo che consente di « sincronizzare gli impulsi a dente di sega con il segnale presente sulle placchette di deviazione verticale. Ciò è indispensabile per ottenere sullo schermo una immagine determinata e « ferma », che si presti cioè ad essere osservata per le analisi necessarie. La scopo è raggiunto ad opera dei circuiti di sincronismo, che costituiscono un'altra sezione dell'oscillografo.

IL CIRCUITO DI SINCRONISMO

Il processo di sincronizzazione delle oscillazioni a dente di sega rispetto al segnale presente nell'amplificatore verticale avviene mediante la sovrapposizione al primo di una parte del secondo. Come abbiamo visto, il circuito per la produzione delle oscillazioni orizzontali è costituito generalmente da due valvole funzionanti secondo il principio del multivibratore: su ciascuno dei tre elettrodi (catodo, griglia e placca) di ognuna di esse è presente il segnale alla frequenza delle oscillazioni stesse, per cui in uno qualunque di detti punti può essere applicato il segnale di sincronismo.

In linea di massima però, si preferisce applicare il segnale di sincronismo all'ingresso del primo triodo, ossia direttamente sulla griglia di V_1 (circuito di figura 17). Detto segnale, prelevato in un punto opportuno dell'amplificatore verticale mediante una capacità adatta, viene applicato ai capi di un potenziometro il cui secondo terminale è collegato a massa. Il cursore del potenziometro è in contatto diretto (oppure tramite una capacità) con la griglia di V_1. In tal modo, è possibile variare la quantità del segnale applicato, tra zero ed il valore massimo disponibile.

Il comando di sincronismo viene installato sul pannello di controllo dell'oscillografo, e deve poter essere regolato dall'operatore, in quanto la quantità del segnale varia col variare della frequenza e delle ampiezze in gioco. In pratica, è sempre opportuno regolare tale controllo in modo che il segnale di sincronismo che entra nell'oscillatore sia appena sufficiente a fermare l'immagine presente sullo schermo, e ciò in quanto un segnale eccessivo può alterare la forma delle oscillazioni a dente di sega, il che si ripercuoterebbe sull'immagine prodotta. La **figura 18** illustra appunto l'immagine presente sullo schermo in casi di oscillazioni verticali, allorchè il sincronismo è eccessivo.

Poichè all'ingresso dell'amplificatore orizzontale è sempre presente un commutatore che consente di escludere l'oscillatore a dente di sega per usufruire di un segnale esterno applicabile agli appositi morsetti, anche il punto di collegamento del segnale di sincronismo deve poter essere commutato e collegato al generatore esterno. Per questo motivo, sul pannello è presente anche un morsetto per il collegamento del « sincronismo esterno »

COSTRUZIONE di un OSCILLOGRAFO da 5 pollici

Iª PARTE: DESCRIZIONE e COSTRUZIONE

Aspetto dell'oscillografo modello OM - 3 interamente montato. I comandi sono distribuiti razionalmente sul pannello, per un comodo impiego. L'involucro è una cassetta metallica verniciata a fuoco.

L'oscillografo modello OM-3 offerto sul mercato nella nota forma di scatola di montaggio, è adatto per impieghi nel campo della radiotecnica, della Bassa Frequenza, della elettronica industriale, nonchè per i servizi in generale dei radiotecnici e dei radioamatori. Si presta assai bene per le misure per le quali si richieda stabilità e sensibilità, pur non occorrendo quell'ampiezza di banda passante caratteristica degli strumenti di costo molto elevato, riservati, generalmente, ai laboratori industriali ed alle misure nel campo della televisione. La risposta del canale verticale si estende fino a circa 2 MHz, ossia fino ad un valore più che sufficiente per i normali usi che si incontrano nei laboratori con riferimento alla costruzione ed alla riparazione di apparecchi radio e di amplificatori. Ecco, in forma riassuntiva, le caratteristiche:

Canale verticale:

Tempo di salita . . . . . 0,25 microsecondi.
Banda passante . . . . . . da 4 Hz a 1,2 MHz (± 3 dB). da 3 Hz a 2 MHz (± 6 dB).
Sensibilità . . . . 0,035 volt/cm ad 1 kHz.
Impedenza di ingresso ad ad 1 kHz . . . . 2,6 Mohm nella posizione × 1. 3,3 Mohm nelle posizioni × 10 e × 100.

Canale orizzontale:

Banda passante . . . . . . da 2 Hz a 425 kHz (± 3 dB). da 1 Hz a 650 kHz (± 6 dB).
Sensibilità . . . . 0,1 volt/cm ad 1 kHz.
Impedenza di ingresso . . 25 pF in parallelo a 10 Mohm.
Generatore asse dei tempi . . . . a multivibratore da 20 Hz ad oltre 150 kHz.
Astigmatismo . . . . comando interno sul telaio.
Valvole . . . . 1 - 5BP1 (tubo a raggi catodici); 2 - 12AU7 amplificatrici canale orizzontale; 1 - 12BH7 amplificatrice di deflessione verticale; 1 - 6DA8 amplificatrice verticale; 1 - 12AX7 multivibratore per asse dei tempi; 1 - 6X4 raddrizzatrice; - 1V2 raddrizzatrice alta tensione.
Alimentazione . . . . 105 - 125 volt - 65 watt.
Dimensioni . . . . larghezza cm. 21,5; altezza cm. 35; profondità cm. 45.
Peso . . . . kg 8 circa.

DESCRIZIONE DEL CIRCUITO

Le sezioni principali che compongono questo strumento corrispondono in linea di massima a quelle viste nell'esame generico di un oscillografo, alla lezione precedente. Abbiamo così, sotto questo punto di vista: i circuiti di ingresso, orizzontale e verticale, lo amplificatore verticale, quello orizzontale, il generatore per la base dei tempi, il tubo catodico ed i circuiti relativi, e l'alimentatore.

Esamineremo ora separatamente questi circuiti, rilevandone le particolarità più notevoli. Lo schema generale con tutti i valori relativi ai diversi componenti, è riportato alla **figura 1**.

Circuito di ingresso

Per quanto riguarda il canale verticale, è presente un partitore di tensione, costituito da tre resistenze (3,3 Mohm, 330 kohm e 36 kohm) alle quali sono in parallelo i rispettivi condensatori. Nella posizione × 1, tutto il segnale disponibile all'ingresso viene applicato alla griglia della sezione triodo della 6BA8; è questa la posizione di massima sensibilità in corrispondenza della quale si ottiene sul tubo catodico una deviazione di 1 cm, applicando all'ingresso un segnale di 0,035 volt. Questa posizione viene utilizzata quando il segnale da analizzare ha — evidentemente — una tensione molto bassa. Operando con segnali di ingresso superiori, si deve ricorrere alle posizioni × 10 e × 100, nelle quali si introduce un'attenuazione del segnale di ingresso, rispettivamente di 10 e di 100 vol-

Fig. 1 - Circuito elettrico dell'oscillografo OM - 3. Sono riportati i valori delle resistenze, quelli dei condensatori, e le tensioni di lavoro di questi ultimi, normalmente stampigliate anche sul corpo dei condensatori stessi. Le diciture in prossimità dei vari comandi facilitano il riconoscimento dei componenti relativi. Ciò è importante, particolarmente nei confronti dei potenziometri, che non devono essere assolutamente scambiati tra loro. Le valvole col bordo parzialmente tratteggiato rappresentano valvole doppie (contenute cioè nel medesimo bulbo). I colori dei collegamenti del trasformatore di alimentazione vanno rispettati. I segni visibili a fianco degli elettrolitici di filtro, sono presenti anche sullo stesso condensatore: ciò evita qualsiasi possibilità di errore.

te. In tali circostanze. per poter effettuare misure di tensione precise, occorre moltiplicare il valore calcolato in base alla massima sensibilità, appunto per 10 o per 100. secondo la posizione.

Questo dispositivo è particolarmente utile allorché è necessario collegare all'ingresso dell'amplificatore verticale (alternativamente) segnali di diversa ampiezza, come ad esempio quelli di ingresso e di uscita di un amplificatore di Bassa Frequenza. In tal caso, quando il segnale ha un'ampiezza minima, si dà all'amplificatore la massima sensibilità, (X 1); per contro, quando l'ampiezza è notevole, può essere necessario attenuarlo al massimo (X 100), o scegliere la posizione intermedia (X 10).

Del circuito di ingresso verticale fa parte anche il primo stadio a valvola, costituito dal triodo della 6BA8. Esso è, più che un amplificatore, un adattatore di impedenza; ci troviamo, infatti, in presenza di uno stadio con uscita di catodo, (« cathode follower ») la cui impedenza di uscita è notevolmente più bassa di quella di ingresso, ed il cui guadagno in tensione è — come sappiamo — inferiore all'unità.

Il circuito di ingresso dell'amplificatore orizzontale è costituito semplicemente da uno dei triodi della 12AU7; in questo caso manca l'attenuatore d'entrata, poichè il canale funziona sempre alla massima sensibilità, potendosi ottenere eventuali attenuazioni negli stadi successivi.

Il segnale presente all'uscita del triodo adattatore di impedenza viene prelevato sul cursore di un potenziometro da 10 kohm. Questo potenziometro serve per poter controllare il guadagno dell'amplificatore verticale; regolandolo adeguatamente, si può infatti variare con continuità la sensibilità del canale verticale tra ogni posizione dell'attenuatore di ingresso e la susseguente a sensibilità inferiore.

Il segnale viene, successivamente applicato alla griglia della seconda sezione della 6BA8. Questo stadio funge da normale amplificatore, ed il segnale, prelevato sulla placca viene trasferito allo stadio successivo attraverso un filtro *LR*, costituito da una bobina di picco in parallelo ad una resistenza. Il filtro ora descritto ha lo scopo di rendere più lineare la caratteristica di risposta dell'amplificatore.

In seguito, il segnale viene applicato ai due triodi della 12 BH7, disposti in « push - pull ». Lo sfasamento si ottiene automaticamente, mediante un accoppiamento tra i catodi delle due sezioni. Anche all'uscita di questo stadio sono presenti dei filtri *LR* aventi il medesimo scopo del precedente.

Generatore per la base dei tempi

Il segnale a dente di sega, necessario per la base dei tempi, viene ottenuto mediante un multivibratore astabile. La sincronizzazione può essere interna, esterna, oppure ottenuta mediante la frequenza di rete. E' infatti visibile sullo schema un commutatore a tre posizioni, che provvede ad applicare alla griglia di uno dei triodi della 12AX7 il segnale di sincronismo, ricavandolo — rispettivamente — dall'amplificatore verticale (sincronismo interno), dalla rete (sincronismo di rete) oppure dalla presa esterna (sincronismo esterno).

Nel circuito di catodo dell'altra sezione della 12AX7 è presente un condensatore in parallelo ad una resistenza. La capacità del condensatore può venire variata. mediante un commutatore, da 100 pF a 0,1 μF, con variazione decimale. La resistenza può venire variata in continuità da un minimo di 470 kohm ad un massimo di circa 8 Mohm. Entrambi questi controlli servono per variare la frequenza di oscillazione del multivibratore. Il commutatore a quattro posizioni per i condensatori, effettua variazioni di frequenza in progressione decimale, mentre il potenziometro consente una variazione continua tra le quattro frequenze fisse ottenibili mediante il commutatore. Il segnale a dente di sega viene prelevato dal catodo della seconda sezione della 12AX7 ed inviato, tramite un condensatore da 50.000 pF, alla griglia della 12AU7 (stadio di entrata orizzontale).

Fig. 2 - Vista superiore del telaio orizzontale più lungo. Si notino gli zoccoli delle valvole rettificatrici (V 6 e V 7), ed il relativo orientamento. In centro, è visibile il condensatore elettrolitico tubolare multiplo, ed alla sua destra si nota l'albero del potenziometro da 1 Mohm, che serve per il controllo dell'astigmatismo (F).

Amplificatore orizzontale

Anche in questo caso, il segnale viene prelevato dal catodo dello stadio d'entrata, mediante un potenziometro. In tal modo, è possibile variare l'amplificazione del canale orizzontale da zero alla massima sensibilità. L'altra sezione della 12AU7 provvede ad una normale amplificazione con uscita di placca, dopo di

Fig. 3 - Vista del medesimo telaio di figura 2, (dal lato opposto) in una fase avanzata del montaggio. Il cavo multiplo che segue il bordo sinistro è già preparato. Durante il montaggio occorre soltanto rispettarne il collegamento a seconda del colore dei conduttori. La disposizione dei vari componenti, deve essere mantenuta.

che il segnale viene inviato ad una seconda 12AU7. I due triodi di questa valvola, disposti in « push-pull » con accoppiamento di catodo, provvedono all'amplificazione finale del canale orizzontale. Per quanto riguarda gli stadi di amplificazione orizzontale non sono necessarie le bobine di picco, poichè ci si accontenta di una banda passante molto meno ampia di quella del canale verticale, ottenibile anche senza introdurre compensazioni.

Tubo catodico e circuiti relativi

Consideriamo ora i collegamenti facenti capo ai vari elettrodi del tubo catodico. Il filamento viene alimentato mediante un secondario apposito presente nel trasformatore di alimentazione, ed è isolato dai filamenti delle altre valvole. Ciò perchè un capo del filamento si trova collegato al catodo e quindi, come sappiamo, ad una forte tensione negativa rispetto a massa, pari a circa —1.000 V. Si comprende perciò, la necessità di isolare il filamento del tubo catodico da quelli delle altre valvole, onde evitare la presenza — su questi ultimi — di un'alta tensione rispetto a massa.

Il catodo è collegato al cursore del potenziometro da 50 kohm, che costituisce il controllo per l'intensità della traccia luminosa. Infatti, la griglia controllo va connessa al lato negativo di tale potenziometro; in sostanza, quindi, variando la posizione del cursore, non si fa altro che variare la tensione negativa di griglia, e quindi l'intensità del fascio di elettroni che viene proiettato verso lo schermo. Le due griglie successive (ossia il primo ed il secondo anodo, si trovano, invece ad un potenziale positivo rispetto al catodo.

Entrambe queste tensioni possono essere variate mediante due potenziometri che costituiscono — rispettivamente — i comandi di « fuoco » e di « astigmatismo ».

Le placchette per la deflessione orizzontale vengono collegate alle placche dei due triodi costituenti lo stadio finale orizzontale. Quelle per la deflessione verticale sono collegate, tramite i già citati circuiti *LR*, alle placche della 12BH7 (finale verticale).

Le placche per la deflessione verticale possono anche essere collegate, per mezzo di due condensatori da 5.000 pF, all'entrata verticale diretta. Questa entrata viene usata quando il segnale da esaminare ha un'ampiezza notevole, sufficiente per determinare direttamente una deflessione apprezzabile del pennello elettronico.

Il trasformatore di alimentazione è provvisto di un primario adatto a tensioni di alimentazione di 105 - 125 V, 50 - 60 Hz. I secondari sono tre: uno per l'alimentazione dei filamenti delle valvole, esclusa da 1V2; un altro per l'alimentazione del tubo catodico, che provvede anche a fornire la tensione anodica per le valvole, e la tensione di accensione del filamento della 1V2 (raddrizzatrice alta tensione). Un terzo secondario, infine, fornisce la tensione di accensione del tubo.

Le raddrizzatrici impiegate sono due: la 6X4 che serve per la rettificazione della tensione anodica per le valvole, e raddrizza entrambe le semionde e da 1V2 che raddrizza l'alta tensione necessaria per il funzionamento del tubo catodico. In quest'ultimo caso viene raddrizzata — come sappiamo — una sola semionda.

E' interessante notare che la tensione raddrizzata viene prelevata, in questo circuito, sulla placca della valvola, e quindi sul lato negativo; vediamo quindi applicato in pratica un circuito rettificatore d'alta tensione negativa rispetto a massa, così come lo abbiamo analizzato alla lezione 96ª.

IL MONTAGGIO MECCANICO

La prima operazione da effettuare consiste nel montaggio della mensola di supporto per il tubo catodico, sul telaio. Successivamente, si fissano gli zoccoli per le valvole V6 e V7, il supporto per il condensatore elettrolitico multiplo, e le basette di ancoraggio. In questa operazione è indispensabile attenersi al disegno pra-

tico di cui alla **figura 2**; ciò vale praticamente per quanto riguarda l'orientamento degli zoccoli delle valvole e dei terminali del condensatore elettrolitico. Quest'ultimo, viene bloccato sul relativo supporto torcendo opportunamente le quattro linguette di fissaggio; per ottenere un buon contatto di massa dell'involucro esterno del condensatore, una delle linguette viene, inoltre, saldata direttamente al supporto.

Il montaggio meccanico del telaio sarà ultimato fissando il trasformatore, per l'orientamento corretto del quale si deve considerare il colore dei terminali uscenti. Infine, vengono sistemati gli ancoraggi isolati *H* e *G* sulla mensola di supporto del tubo catodico, fissandoli insieme a due supporti angolari.

Come abbiamo già visto in altre realizzazioni analoghe, le figure ed il circuito elettrico sono di valido aiuto per effettuare il montaggio dello strumento descritto.

Fig. 4 - Basetta di supporto dei componenti necessari per il collegamento diretto alle placchette verticali. A destra si scorge l'attacco per il collegamento esterno (J), ed a sinistra il relativo commutatore che — all'occorrenza — cortocircuita le due resistenze da 1 Mohm. Sono visibili anche i due condensatori da 0,005 µF.

IL MONTAGGIO ELETTRICO

A questo punto si può cominciare ad effettuare tutti i collegamenti che riguardano l'alimentazione, iniziando dalle connessioni facenti capo ai piedini del condensatore elettrolitico ed alle valvole V6 e V7.

L'assieme dei collegamenti è rappresentato alla **figura 3**. Non si dimentichi il nodo da effettuarsi sul cordone di alimentazione: il suo scopo è di evitare che bruschi strappi su quest'ultimo si ripercuotano sugli organi interni. Il cavo contenente i conduttori con rivestimento di diversi colori va sistemato sulla sinistra del telaio, come si vede in figura. Gli ultimi componenti dell'alimentatore da collegare sono i due condensatori di filtro per alta tensione, rispettivamente da 0,1 e 0,2 µF.

Rammentiamo che — come abbiamo visto *in altre occasioni* — è sempre opportuno controllare con un ohmetro sia la continuità ed il valore delle resistenze e dei collegamenti, sia lo stato di isolamento dei condensatori. In fase di collaudo — infatti — ciò semplificherà la laboriosa ricerca dell'eventuale guasto in caso di mancato funzionamento, o di funzionamento difettoso.

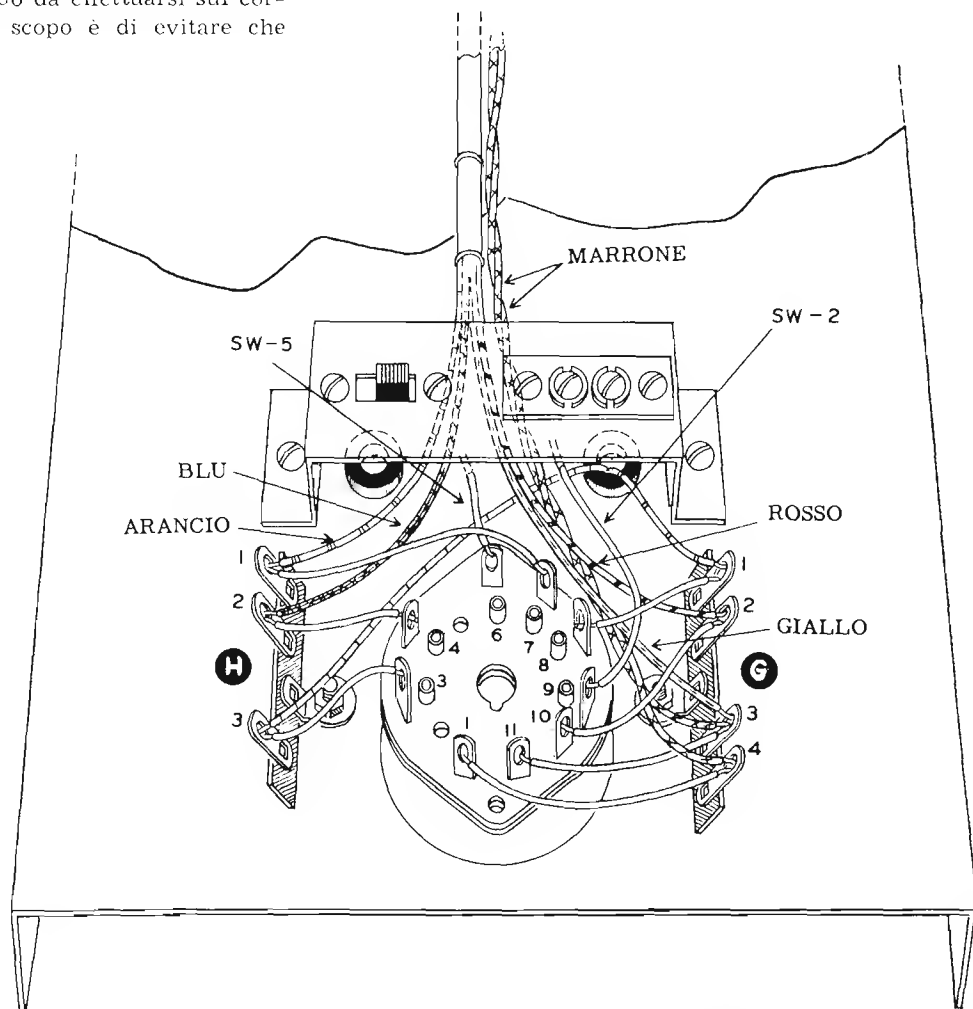



Fig. 5 - Telaietto di supporto dello zoccolo porta tubo. Si noti la posizione delle due basette di ancoraggio di cui una a quattro posti (G), ed una a tre (H). Più in alto, sopra allo zoccolo, è visibile la basetta illustrata in figura 4. In questa figura è possibile notare i colori dei conduttori contenuti nel cavo multiplo, ed i relativi punti di collegamento.

Ultimata la sezione di alimentazione, si può iniziare il montaggio dei vari componenti sul telaietto per ingresso diretto, così come si vedono alla **figura 4**. Suc-

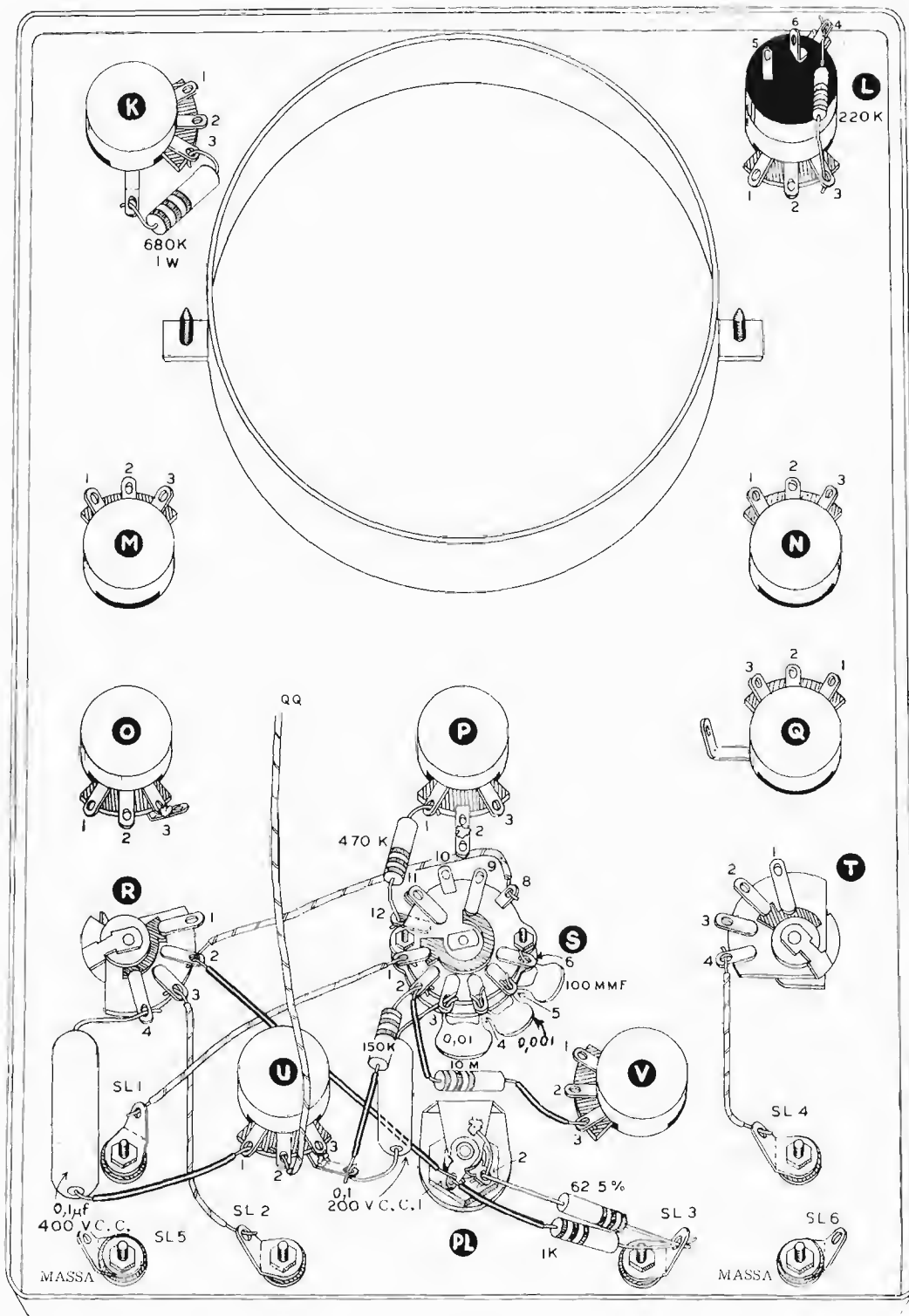
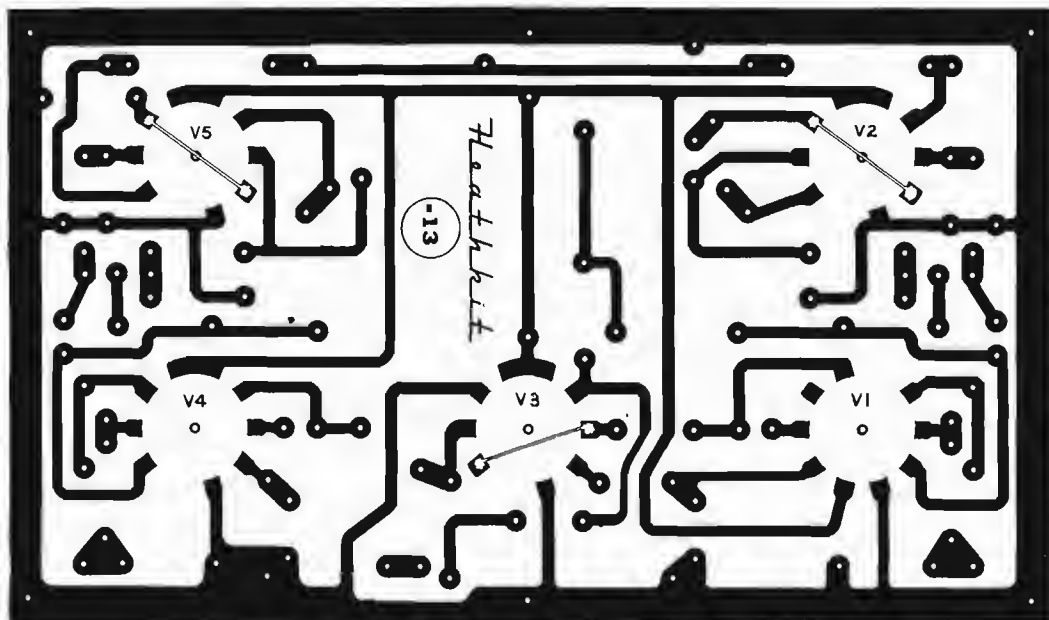



Fig. 6 - Pannello frontale visto dal retro. Si notano i seguenti componenti: in alto a sinistra, il potenziometro di controllo del fuoco (K), da 500 kohm, e a destra quello che controlla la luminosità, da 50 kohm. Più in basso, i due controlli di centraggio, entrambi da 50 kohm (M ed N). Procedendo verso il basso, a sinistra si notano: il controllo di guadagno orizzontale (O, da 20 kohm), il selettore del sincronismo (R), e i due morsetti di ingresso al canale. A destra invece notiamo il controllo di guadagno verticale (Q, da 10 kohm), l'attenuatore di ingresso relativo (T), ed i due morsetti per il collegamento al canale verticale. In centro, sotto alla finestra del tubo, si trova il verniero (P, da 7.500 ohm), il commutatore di gamma, e più in basso, ai lati della lampada spia (PL), il controllo di ampiezza sincronismo (U, da 1 Mohm), ed il controllo di fase (V, da 7.500 ohm). I due morsetti in basso, all'interno, sono per il sincronismo esterno (a sinistra), e per la tensione di riferimento di 1 V (a destra).

cessivamente, tale telaio va fissato sul supporto posteriore, come indicato alla **figura 5**. Nella figura ora citata sono rappresentati anche i collegamenti successivi, ossia quelli relativi ai piedini dello zoccolo del tubo catodico; la maggior parte dei collegamenti che fanno capo a tale zoccolo provengono dal cavo contenente conduttori di diversi colori. A questo punto si può prendere in considerazione il pannello frontale, e sistemare su di esso i potenziometri, i commutatori, le prese e la lampadina spia (**figura 6**) ponendo attenzione a non scambiare tra loro i potenziometri, poichè ciascuno di essi ha un ben determinato valore di resistenza. Nel montaggio di tutti i pezzi sul pannello frontale è indispensabile tener conto dell'orientamento dei terminali dei vari componenti, se si vuole che il montaggio finale si presenti ben ordinato, nonchè per evitare che eventuali collegamenti troppo lunghi possano determinare capacità distribuite di valore elevato. Alla stessa figura citata vediamo anche la fase successiva del montaggio che consiste nell'eseguire tutti i collegamenti relativi ai componenti sistemati sul pannello frontale.

E' venuto ora il momento di effettuare il montaggio del circuito stampato. Già nelle lezioni precedenti dedicate al montaggio di un voltmetro a valvola e di una supereterodina a transistori, abbiamo preso in considerazione la tecnica da seguire nel montaggio dei circuiti stampati. Ricordiamo ancora che bisogna evitare

Fig. 7 - Pannello a circuito stampato, visto dalla parte dei collegamenti, sulla quale devono essere effettuate le varie saldature. Si notino le posizioni e l'orientamento degli zoccoli di V1, V2, V4 e V5. Per il fissaggio di detti zoccoli, una volta introdotti i terminali di contatto negli appositi fori, questi vengono piegati verso l'esterno, e quindi saldati ai collegamenti stampati in rame.

qualunque eccessivo riscaldamento del circuito stampato; a questo proposito è opportuno effettuare le saldature con un piccolo saldatore a matita. Usando un saldatore normale, è bene avere la precauzione di eseguire le saldature nel più breve tempo possibile, senza fermare troppo la punta del saldatore sul circuito stampato.

Scegliere i componenti che vanno fissati sul circuito stampato (il circuito è visibile a **figura 7**), ed inserirli negli appositi fori, come si può vedere alla **figura 8**. Successivamente — tenendo presente che i piedini degli zoccoli delle valvole vanno prima piegati fino ad ottenere una perfetta aderenza con il circuito stampato — effettuare le varie saldature.

Realizzato il montaggio del circuito stampato, si procede fissandolo sul telaio, come si vede alla **figura 9**. In questa figura possiamo altresì notare le due mensole che fissano il pannello frontale al telaio. Quella di sinistra è provvista di fori per il fissaggio dei « trimmer » TR - A e TR - B, i terminali dei quali vanno fissati a numerosi componenti.

Nella **figura 10 - A** e **B**, sono rappresentati in particolare il montaggio di due bobine di picco, la prima delle quali va collegata tra il circuito e l'ancoraggio *AE*.

A questo punto, tenendo presente lo schema di montaggio della **figura 11**, si completa la filatura dell'oscillografo, cominciando dal cavo multiplo, i cui conduttori vanno fissati ai diversi terminali del potenziometro **L**, rispettando i colori indicati.

Terminato il cablaggio, sistemare le valvole nei rispettivi zoccoli. Per quanto riguarda il tubo catodico, inserirlo dapprima nell'anello frontale e, successivamente, dopo averlo ruotato fino a che i piedini corrispondono ai relativi incastri dello zoccolo, innestarlo in quest'ultimo, facendolo così retrocedere leggermente rispetto alla posizione precedente. Il collo del tubo va poi fissato ai due supporti angolari appositi.

Incidentalmente, per maggior chiarezza, aggiungiamo che il significato delle diciture presenti sul pannello di comando è il seguente: INTEN. = Intensità (lu-

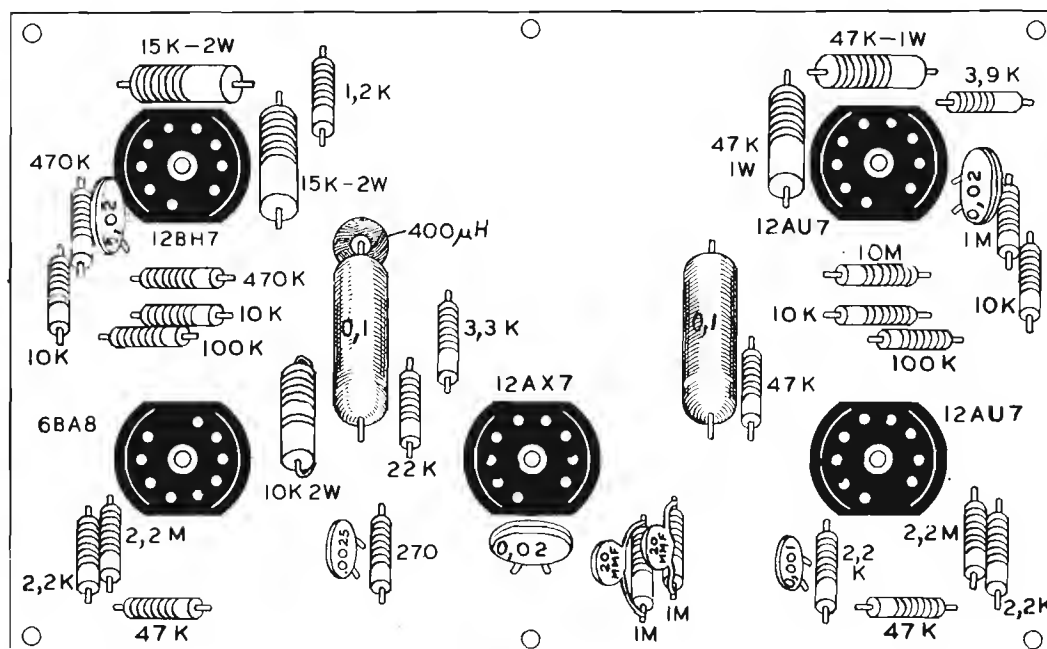



Fig. 8 - Pannello a circuito stampato visto dal lato dei componenti. La disposizione degli zoccoli è rovesciata rispetto alla figura 7. Il valore a lato dei componenti rappresentati è utile per individuarli. E' indicata anche la posizione dell' induttanza da 400 μH (vista dall'alto). A lato del terminale sinistro della prima resistenza in alto a sinistra (da 15 kohm, 2W), è presente un foro che serve per il collegamento di una delle induttanze da 33 μH.

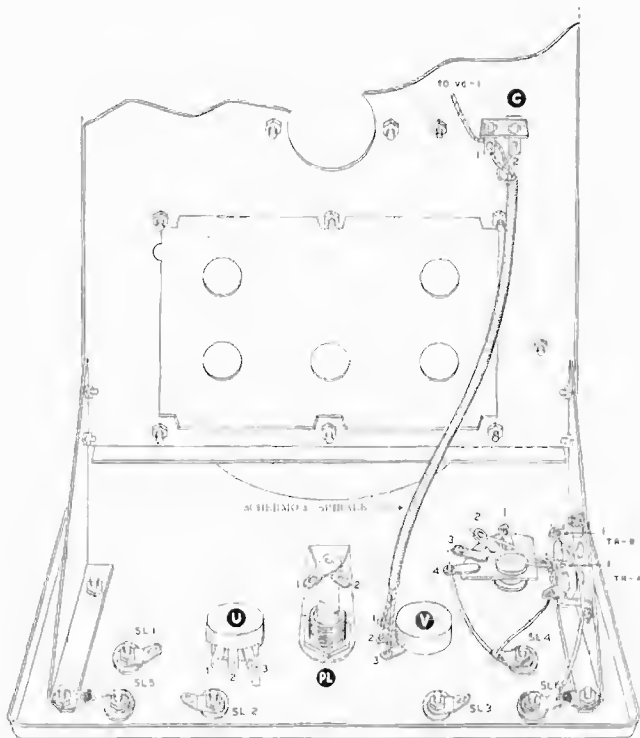



Fig. 9 - Parte inferiore del pannello di comando, vista dal di sotto. Si noti il cavetto schermato a spirale, tra V e C.

minosità): FOCUS = Fuoco: VERT. CENT. = Centraggio verticale: HOR. CENT. = Centraggio orizzontale: VERT. GAIN = Guadagno verticale: HOR. GAIN = Guadagno oriz-

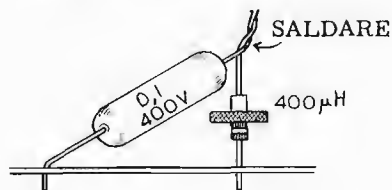



Fig. 10-A - Particolare del fissaggio dell'induttanza da 400 μH, visibile dall'alto in figura 8. Il condensatore da 0,1 μF deve essere inclinato; i due terminali superiori vengono leggermente intrecciati tra loro prima di effettuare la saldatura.

zontale: FREQ. VERNIER = Verniero (variazione continua della frequenza del segnale a dente di sega): VERT. INPUT = Ingresso verticale: HOR INPUT = Ingresso orizzontale: EXT. SYNC. = Sincronismo esterno: INT. = Sin-

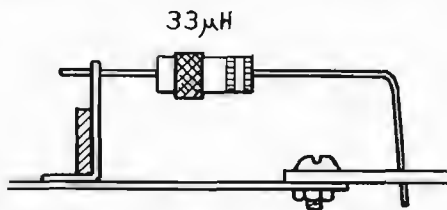



Fig. 10 - B - Particolare del fissaggio di una delle due induttanze da 33 μH. La loro posizione effettiva è visibile in figura 11. Entrambe vengono installate parallelamente al piano del telaio e del circuito stampato, piegando uno dei terminali ad angolo retto.

cronismo interno: 60 CY. = Sincronismo sulla frequenza di rete: HOR. SELECTOR = Selettore ingresso canale orizzontale: SYNC. AMPLITUDE = Ampiezza segnale sincronismo: PHASE = Fase.

Fissare infine le manopole relative ai vari comandi sui loro assi. I comandi INTER., FOCUS, VERTICAL CENTERING ed HORIZONTAL CENTERING sono provvisti di ma-

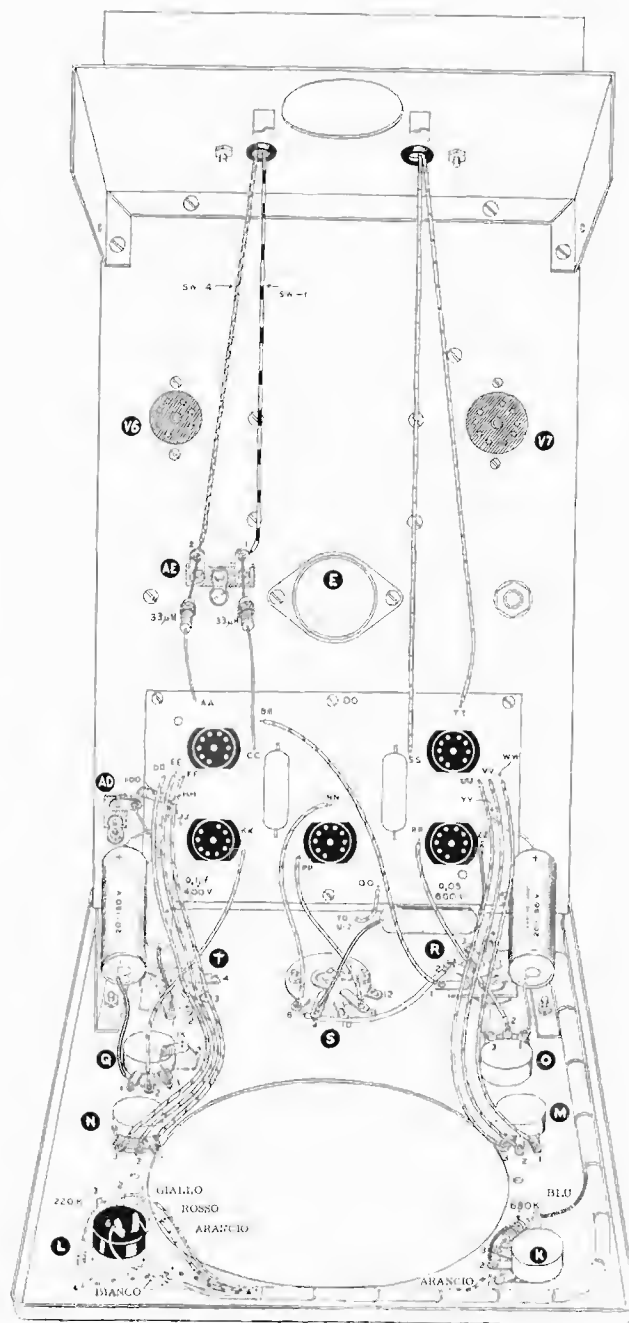



Fig. 11 - Vista dell'assieme del telaio, interamente montato, e visto dall'alto. Il circuito stampato è fissato nella sua sede. La basetta di ancoraggio AE agisce da supporto nei confronti delle due induttanze da 33 μH. I colori dei vari collegamenti devono essere rigorosamente rispettati.

nopole prive di indicatore di posizione; queste ultime possono quindi essere fissate con un orientamento qualunque. I rimanenti otto assi devono, invece, essere ruotati in senso orario, e gli indici delle manopole devono indicare, al momento del fissaggio, le posizioni seguenti:

VERT. GAIN . . . . — su 100.
HOR. GAIN . . . . — su 100.
FREQ. VERNIER . . . — su 100.
VERT. INPUT . . . . — su 1.
SYNC. SELECTOR . . . — su INT.
HOR. SELECTOR . . . — fra le posizioni 20 kc e 150 kc.
SYNC. AMPLITUDE . . — al massimo.
PHASE . . . . — sull'ultima linea in senso orario.

DOMANDE sulle LEZIONI 97ª e 98ª

N. 1 —
Quante e quali sono le sezioni normalmente presenti in un oscillografo a raggi catodici?

N. 2 —
Come possono essere gli attenuatori che consentono di variare l'ampiezza del segnale da esaminare introdotto nell'amplificatore verticale?

N. 3 —
Per quale motivo la tensione a dente di sega viene applicata alle placchette di deflessione orizzontale?

N. 4 —
A cosa servono le induttanze collegate in serie alla placca delle valvole amplificatrici di un oscillografo?

N. 5 —
Quale è la condizione necessaria affinchè un oscillografo possa consentire l'esame del comportamento di una tensione la cui frequenza sia prossima a zero?

N. 6 —
Quale deve essere il rapporto tra la frequenza del segnale verticale e quella del segnale orizzontale, affinchè sullo schermo si manifestino quattro cicli completi?

N. 7 —
Quanti tipi di circuiti esistono per il centraggio orizzontale e verticale dell'immagine sullo schermo?

N. 8 —
Quanti sono, normalmente, i controlli a mano relativi al circuito che produce la tensione a dente di sega?

N. 9 —
Come è possibile variare a piacere il numero di cicli del segnale da esaminare che si presenta sullo schermo?

N. 10 —
A cosa serve il circuito di sincronismo?

N. 11 —
In quale modo si ottiene sullo schermo l'immagine più nitida?

N. 12 —
A cosa servono i compensatori presenti in parallelo alle resistenze che costituiscono l'attenuatore di ingresso dell'amplificatore verticale?

N. 13 —
In quale modo viene variata la luminosità del punto sullo schermo, e quindi dell'immagine?

N. 14 —
In quale modo agisce il controllo di sincronismo?

N. 15 —
Quale è la differenza principale tra le caratteristiche dell'amplificatore verticale e quelle dell'amplificatore orizzontale?

N. 16 —
Nell'oscillografo OM-3 descritto alla lezione 98ª, a cosa serve il commutatore visibile sullo schema, all'ingresso del primo triodo della valvola 12AX7?

RISPOSTE alle DOMANDE di Pag. 761

N. 1 — Nel tubo di Braun l'emissione di elettroni era causata dall'elevatissima d.d.p. tra il catodo e l'anodo, e non da un procedimento termoionico. Secondo quest'ultimo sistema la tensione necessaria è notevolmente inferiore.

N. 2 — L'elettrone tende ad assumere un movimento parallelo alle linee di forza elettrostatica, e perpendicolare rispetto alle linee equipotenziali.

N. 3 — La forza subita ha un'intensità costante, indipendentemente dalla posizione dell'elettrone, in quanto essa è la risultante di due forze agenti nella medesima direzione.

N. 4 — Mediante la curvatura delle linee equipotenziali.

N. 5 — I campi elettrostatici presenti tra gli elettrodi del cannone elettronico, e quelli presenti tra le placchette deflettrici.

N. 6 — Variando la tensione di polarizzazione della griglia di controllo. In tal modo si frena in parte la corrente di elettroni, così come in una valvola termoionica. L'intensità si riduce con l'aumentare della tensione negativa di griglia.

N. 7 — Variando la tensione applicata all'anodo focalizzatore, rispetto a quella applicata all'anodo acceleratore.

N. 8 — Il fatto che, allorchè essi vengono colpiti da un raggio elettronico, emettono una luce di intensità proporzionale a quella del raggio stesso, in corrispondenza del punto in cui avviene l'urto degli elettroni in arrivo.

N. 9 — Dalla natura e dalla quantità delle impurità contenute nella sostanza depositata sulla superficie interna del tubo, costituente lo schermo fluorescente.

N. 10 — Il catodo (ad accensione diretta o indiretta), la griglia di controllo, l'anodo focalizzatore, e l'anodo acceleratore.

N. 11 — Le placchette deflettrici, in numero di due coppie, disposte tra loro perpendicolarmente e successivamente lungo l'asse del tubo.

N. 12 — Il tempo durante il quale detta traccia resta visibile sullo schermo, una volta cessato il raggio che l'ha precedentemente provocata.

N. 13 — Applicando una tensione alternata, di ampiezza adeguata, rispettivamente tra le placchette verticali o orizzontali.

N. 14 — Applicando contemporaneamente due tensioni alternate, di ampiezza adeguata, tra le due coppie di placchette deflettrici.

N. 15 — Perchè in tal modo si esaurisce rapidamente la facoltà da parte dello schermo di illuminarsi in quel punto sotto l'influenza del raggio. Se il punto è in movimento, il processo di esaurimento si distribuisce uniformemente lungo l'immagine prodotta.

N. 16 — Aumentare l'effetto dell'anodo acceleratore, col quale è collegato, e rendere il tubo opaco alla luce proveniente dalla parte posteriore, che comprometterebbe il contrasto dell'immagine.

COSTRUZIONE di un OSCILLOGRAFO da 5 pollici

IIª PARTE: COLLAUDO e MESSA a PUNTO

Quanto è stato oggetto della lezione 98ª ha consentito la realizzazione pratica dello strumento. Non rimane ora che provvedere ad un controllo razionale di tutti i circuiti, controllo al quale faranno seguito, come di consueto, il collaudo e la messa a punto.

Si rammenti che, oltre alle normali precauzioni, quali il controllo di eventuali cortocircuiti sull'alimentazione anodica, la verifica di tutti i collegamenti in base allo schema ed alle diverse figure, il controllo dell'isolamento dei punti più critici, ecc., in questo caso particolare è necessario seguire scrupolosamente quanto stiamo per dire prima di procedere a prove ed a letture sotto tensione. Ciò, a causa dell'alta tensione in gioco, e dei pericoli che essa comporta nei confronti sia dell'operatore che dei componenti del circuito.

Alcune tra le tensioni più alte sono presenti allo zoccolo del tubo a raggi catodici ed ai terminali dei comandi « INTEN » e « FOCUS » posti dietro l'orlo superiore del pannello frontale. E' quindi indispensabile, durante il collaudo, essere ben isolati dal suolo e, possibilmente, operare con una mano dietro la schiena, onde evitare l'eventualità di toccare con entrambe le mani due punti del circuito tra i quali esista l'alta differenza di potenziale.

Prima di collegare il cordone di alimentazione ad una presa di corrente alternata, assicurarsi che la tensione di quest'ultima sia compresa tra 105 e 125 V; in caso si disponesse di altre tensioni, occorre interporre tra la rete e l'apparecchio un autotrasformatore o trasformatore adattatore da circa 70-80 W. Disporre poi i comandi nelle posizioni seguenti:

INTEN. — Tutto in senso antiorario, con l'interruttore in posizione OFF.

FOCUS. — A circa metà corsa.

VERTICAL CENTERING. — A circa metà corsa.

HORIZONTAL CENTERING. — A circa metà corsa.

VERT. GAIN. — Tutto in senso antiorario.

FREQ. VERNIER. — Su 50.

HOR. GAIN. — Su 0.

VERT. INPUT. — Su x 100.

HOR. SELECTOR. — Su HOR. INPUT.

SYNC. SELECTOR. — Su INT.

PHASE. — A circa metà corsa.

ASTIGMATISM (sul telaio). — A circa metà corsa.

Dopo aver disinserito il tubo e tutte le valvole, accendere l'apparecchio e verificare col voltmetro per c.a (tester) tutte le tensioni c. alternata presenti nel circuito (filamenti delle valvole e del tubo, tensioni sulle placche della 6X4 verso massa, e tra il filamento della 1V2 e massa). Se tutto è in ordine, si possono rimettere a posto sia le valvole che il tubo.

Inserire nuovamente la spina nella presa di corrente, e ruotare il comando INTEN. tutto in senso orario. Con ciò si dà tensione al circuito, e si vedono quindi accendersi tutte le valvole eccetto la 1V2. Questa valvola ha una tensione di filamento inferiore ad 1 volt ed è quindi difficile notare quando sia accesa. Lasciare riscaldare lo strumento per almeno un minuto.

VALVOLA	Pied. 1	Pied. 2	Pied. 3	Pied. 4	Pied. 5	Pied. 6	Pied. 7	Pied. 8	Pied. 9
V1 6BA8	150	NS	325	0	H	4,5	NS	170	220
V2 12BH7	260	15	25	H	H	260	15	25	0
V3 12AX7	140	NS	0	H	H	170	140	140	0
V4 12AU7	280	NS	140	H	H	150	NS	6,6	0
V5 12AU7	250	11,5	24	H	H	250	11,5	24	0
V6 6X4	375 AC	NS	H	0	NC	375 CA	400		
V7 1V2	NC	NC	NC	1025 CA	1025 CA	NC	NC	NC	-1120
V8 5BP1 TUBO	-1030	NC	250	-700	NC	260	255	250	260
	Pied.10	Pied.11							
	-1060	-1030							

Tabella delle tensioni, rilevate con un voltmetro a valvola. Il significato dei simboli è spiegato più avanti, nel testo.

Controllare tutte le tensioni ai piedini delle valvole. I valori letti non devono differire di oltre il 20% in più od in meno rispetto a quelli elencati nella tabella riportata. I valori elencati in questa tabella sono stati letti con un voltmetro a valvola con resistenza di entrata di 11 Mohm. Usando strumenti di diverse caratteristiche, essi possono variare anche notevolmente, specialmente in quei punti del circuito che presentano un'impedenza elevata verso massa. Pensiamo comunque, che i nostri lettori siano già in grado di giudicare quando il valore di una tensione sia troppo diverso dal valore prescritto, ossia quando si possa sospettare fondatamente la presenza di una irregolarità nel circuito o nel funzionamento di qualche componente, o quando, invece, la differenza di lettura possa essere imputata alla diversità dello strumento usato per effettuarla. Prima di procedere alla verifica delle tensioni ai piedini delle valvole, elencate nella tabella, disporre i comandi dello strumento nella stessa posizione descritta all'inizio della presente lezione, con le seguenti eccezioni:

1) Ruotare il controllo di intensità luminosa in senso orario solo fino a che si sia udito lo scatto dell'interruttore, cioè apparecchio acceso, ed intensità al minimo.

2) Non regolare ulteriormente il controllo di astigmatismo. poichè esso già è stato disposto in precedenza nella posizione migliore.

Il significato delle sigle indicate nella tabella è il seguente:

I numeri indicano le tensioni continue rispetto a massa. *NS* significa non misurare. *N* è il terminale del filamento: da 5,7 a 6,3 V c.a.; *NC* = inutile misurare perchè non si hanno connessioni interne.

Si rammenti che la tensione di alimentazione. applicata al primario del trasformatore, deve essere di 115 volt.

Nessun segnale deve essere presente alle entrate durante queste misure. Non appena appare un puntino verde sullo schermo fluorescente del tubo a raggi catodici, ridurne l'intensità luminosa ruotando il comando INTEN. in senso antiorario. Evitare assolutamente che il punto luminoso ad alta intensità resti fermo in una medesima posizione sullo schermo per un periodo di tempo prolungato; ciò danneggerebbe — come sappiamo — il materiale fluorescente, lasciando una macchia scura sulla superficie del tubo.

Se non compare alcun punto luminoso, ruotare i comandi per il centraggio verticale ed orizzontale, poichè questi comandi — se mal regolati — possono portare il punto molto al di fuori della superficie frontale del tubo. In generale, è necessario regolare anche i comandi FOCUS ed INTEN. per ottenere le minime dimensioni del punto. Nel caso in cui non si riesca assolutamente a trovare la traccia luminosa, è probabile che sia stato commesso un errore nel montaggio. In questo caso, occorre ricontrollare tutti i collegamenti eseguiti e consultare il paragrafo seguente: « in caso di difficoltà ».

Con minima intensità luminosa, regolare il comando FOCUS fino ad ottenere la più ridotta dimensione del punto. Fra i comandi FOCUS ed INTEN. vi è una interazione, e regolandoli entrambi contemporaneamente. si può ottenere un punto di qualsiasi intensità luminosa.

Centrare la traccia sullo schermo, regolando la sua posizione verticale col comando VERTICAL CENTERING e quella orizzontale col comando HORIZONTAL CENTERING.

Regolare ora il comando di astigmatismo, posto sul telaio interno, fino ad ottenere una traccia perfettamente rotonda. Anche questo comando interagisce col comando del « fuoco », e quindi occorre regolarli entrambi contemporaneamente per ottenere una traccia molto ben definita. Il comando di astigmatismo tuttavia, una volta ben regolato, non deve più essere spostato durante l'uso successivo dello strumento.

Collegare un ponticello tra l'uscita 1 *V. P - P* e l'entrata HOR. INPUT. Ruotare il comando HOR. GAIN in senso orario, ed osservare se il punto si trasforma in una linea orizzontale la cui lunghezza aumenta all'aumentare dell'angolo di rotazione del comando. Se la traccia non è perfettamente orizzontale, segnare la sua pendenza sul tubo usando una matita a cera. Quindi, disinserire il cordone di alimentazione dalla presa e ruotare il tubo fino a che la linea segnata risulti perfettamente orizzontale. Successivamente bloccare il tubo ed innestare un'altra volta la spina, accendendo l'apparecchio.

Riportare il comando HOR. GAIN a zero e quindi staccare il ponticello dall'entrata HOR. INPUT. Collegare lo stesso ponticello all'entrata VERT. INPUT e ruotare il comando VERT. GAIN in senso orario. La traccia descriverà un piccolo segmento verticale la cui lunghezza è massima in corrispondenza della massima rotazione del comando suddetto.

Senza toccare gli altri comandi, portare ora il commutatore VERT. INPUT nella posizione x 10. In questo caso il piccolo segmento deve trasformarsi in una breve linea. Portando poi il commutatore stesso nella posizione x 1, la linea si estenderà verticalmente per circa 3/4 del diametro del tubo.

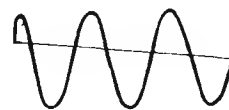



Fig. 1 - Oscillogramma ottenuto inviando all'ingresso del canale verticale un segnale di 1 volt di picco, prelevato dall'apposito morsetto presente sul pannello. Per ottenerlo, è necessario regolare adeguatamente sia l'amplificazione verticale che quella orizzontale. Il segnale orizzontale, dal momento che appaiono tre sinusoidi, risulta di frequenza pari ad 1/3 di 50 Hz.

Portate il commutatore HOR. SELECTOR in corrispondenza della linea fra 20 e 120; ridurre il comando VERT. GAIN fino ad ottenere una traccia di circa 2,5 cm di altezza.

Regolare il comando HOR. GAIN fino ad ottenere una ampiezza di circa 5 cm in senso orizzontale. Ora regolare lentamente il controllo FREQ. VERNIER fino ad osservare una traccia del tipo di quella rappresentata alla **figura 1**, ossia costituita da tre onde sinusoidali complete. Questa traccia verrà stabilizzata ruotando in senso orario il controllo SYNC. AMPLITUDE; si noterà un certo sfarfallio dovuto alla bassa frequenza di scansione (un terzo della frequenza di rete).

Per provare il comando PHASE, porre il commutatore HOR. SELECTOR in posizione 60 CY e regolare i comandi HOR. e VERT. GAIN in modo da ottenere una traccia la cui altezza sia circa eguale alla larghezza. In queste condizioni la traccia deve formare una figura che si avvicina notevolmente ad un cerchio. Ruotando il comando PHASE da un estremo all'altro, la traccia cambierà da una linea trasversale ad un circolo, e quindi ad un'ellisse in direzione opposta.

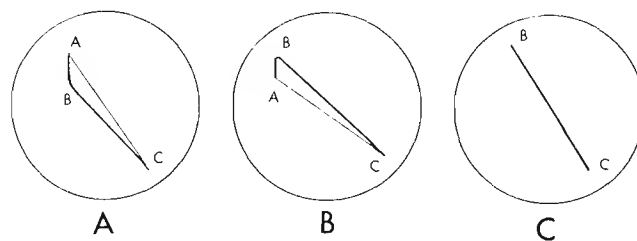



Fig. 2 - Oscillogrammi che si ottengono durante la messa a punto dei « trimmer » TR - A e TR - B. Per compiere questa operazione è necessario effettuare un collegamento tra il morsetto isolato da massa dell'ingresso verticale, e la presa centrale (cursore) del potenziometro che controlla il guadagno verticale (Q).

Staccare ora il cordone di alimentazione dello strumento, e quindi anche il ponticello fra 1 *V. P - P* e VERT. INPUT. Collegare il ponticello fra VERTICAL INPUT e la presa centrale del potenziometro HOR. GAIN dietro il pannello frontale. Riaccendere lo strumento e portare il commutatore HOR. SELECTOR sulla linea tra 120 e 1.400. Portare il comando FREQ. VERNIER su 0 ed il comando VERTICAL GAIN su 100. Portare il commutatore VERT. INPUT in posizione x 10 e regolare il potenziometro HOR. GAIN fino a che la traccia somigli a quella rappresentata alla **figura 2-A** o **B**. Regolare il « trimmer » *TR-A* (il

« trimmer » verso il pannello frontale) fino a far scomparire il lato *AB* del triangolo (figura 2 **C**).

Spostare il commutatore VERT. INPUT alla posizione x 100 e regolare il « trimmer » *TR-B* allo stesso modo del precedente. Notare che in questo caso la linea *AC* sarà pressochè orizzontale, ed il tratto *AB* molto più corto.

Se tutti i controlli ed i commutatori finora presi in considerazione agiscono normalmente e le prove effettuate hanno avuto successo, l'oscillografo è pronto per essere sistemato nella relativa cassetta metallica. A questo scopo, far passare il cordone di alimentazione attraverso l'apertura circolare a tergo del contenitore ed infilare lo strumento. Indi, fissare con le viti il telaio e ritagliare adeguatamente la lastra verde di protezione che si disporrà davanti allo schermo del tubo.

In CASO di DIFFICOLTA'

Se, procedendo come abbiamo detto in precedenza, non si ottenessero i risultati desiderati, conviene seguire questa procedura:

1) Ricontrollare attentamente tutti i collegamenti e le tensioni, e in modo particolare assicurarsi che tutte le saldature siano buone. Verificare che ogni componente si trovi nella posizione indicata dai vari disegni di montaggio, e che abbia il valore esatto indicato dallo schema elettrico.

2) Provare l'efficienza delle valvole con un provavalvole; chi non lo possiede può rivolgersi ad un laboratorio di radiotecnica, che certamente ne è provvisto. Tenere presente che, in alcuni casi, anche valvole che il provavalvole indica come efficienti possono essere difettose. Si tratta di casi eccezionali, che tuttavia devono essere tenuti in considerazione.

3) Se il difetto è del tipo intermittente, e si determina sopratutto muovendo il circuito stampato, occorre ispezionare quest'ultimo onde accertarsi che in esso non vi siano rotture. Tali inconvenienti si possono verificare sopratutto nei casi in cui il circuito stampato sia stato in precedenza curvato oppure sia caduto a terra. Se una striscia metallica di tale circuito è interrotta, riconnetterla con un pezzo di filo nudo saldato opportunamente in sostituzione.

4) Si tenga sempre presente che, in radiotecnica, qualsiasi guasto, per quanto complesso possa apparire, si riduce quasi sempre ad un errore di collegamento o a qualche componente difettoso. Nell'eventualità che la causa del mancato funzionamento sia particolarmente difficile da rintracciare, è opportuno innanzitutto localizzare la sezione dello strumento nella quale essa è presente. Ovviamente, se nessuna parte dell'apparecchio funziona, il guasto risiede nella sezione di alimentazione che fornisce la tensione a tutte le valvole. Se invece funziona — ad esempio — il solo amplificatore verticale o il solo amplificatore orizzontale (cosa facilmente verificabile osservando il comportamento della traccia quando si dà una certa amplificazione toccando contemporaneamente col dito il morsetto di ingresso isolato da massa), è logicamente inutile effettuare le ricerche tra i componenti della parte che funziona regolarmente.

Nella verifica del funzionamento del canale orizzontale, si rammenti che nelle posizioni del commutatore in cui è inserito il generatore a dente di sega, i morsetti di ingresso presenti sul pannello sono completamente isolati dal circuito; viceversa, allorchè essi sono inseriti all'ingresso dell'amplificatore orizzontale, resta automaticamente escluso il generatore della base dei tempi.

Dal momento che ogni singola sezione consta di un numero limitato di parti, è opportuno verificarle separatamente ad una ad una.

Una volta staccato il cordone di rete della presa di corrente, e dopo essersi assicurati che tutti i condensatori di filtro, sia dell'anodica delle valvole, che dell'alta tensione del tubo, siano completamente scarichi (cosa che può essere assodata cortocircuitando per un istante verso massa tutti i poli positivi dei condensatori relativi), si proceda con un ohmetro a controllare la continuità ed il valore di tutte le resistenze interessate. Ciò fatto, si controlli l'isolamento dei condensatori di accoppiamento, ed infine, con l'ohmetro in posizione di minima sensibilità (ohm x 1), si controllino — seguendo lo schema elettrico di figura 1 nella lezione precedente), tutti i collegamenti tra le relative estremità.

Qualsiasi guasto, di qualsiasi natura esso sia, deve risultare evidente da questi controlli.

FUNZIONAMENTO

Il modo di far funzionare un'oscillografo e di regolare i suoi numerosi comandi è molto semplice, specialmente se il lettore ha seguito le lezioni precedenti sui principi di funzionamento del tubo a raggi catodici e dell'oscillografo stesso. Ecco le funzioni dei diversi comandi:

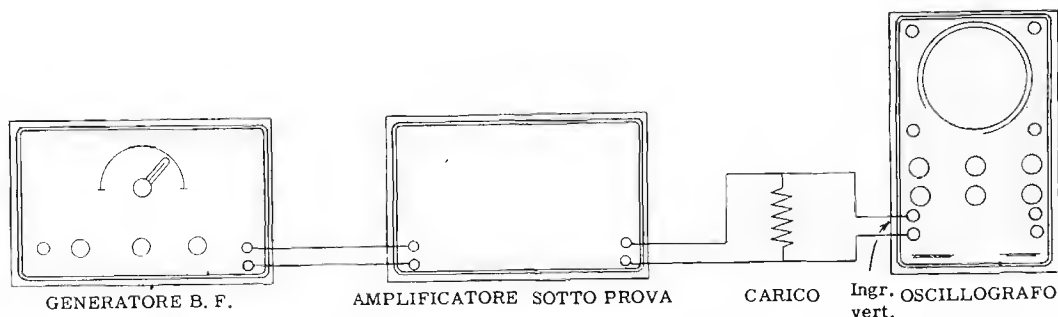
I controlli di intensità e fuoco, e quello di astigmatismo disposto all'interno del telaio determinano *la qualità* della traccia.

I controlli VERTICAL CENTERING ed HORIZONTAL CENTERING comandano *la posizione* della traccia sullo schermo. Lo spostamento della traccia in sù e in giù si ottiene col centraggio verticale.

I comandi VERT. INPUT e VERT. GAIN controllano *l'altezza* della figura. Il primo, che corrisponde all'attenuatore d'ingresso del canale verticale, permette una variazione a scatti dell'ampiezza. Per evitare di portare a zero l'altezza della traccia, nel circuito di comando del guadagno verticale è incorporata una resistenza fissa. In questo modo, l'operatore si accorge facilmente di un posizionamento errato del comando VERT. INPUT quando l'altezza della figura supera il diametro dello schermo col controllo VERT. GAIN posto al minimo. Si può evitare, così, una distorsione della forma d'onda, determinata da un sovraccarico dello stadio di ingresso.

Il comando HOR. GAIN controlla la larghezza della figura.

I comandi FREQ. VERNIER ed HOR. SELECTOR permettono la scelta ed il controllo della tensione di deflessione orizzontale. Quando il selettore orizzontale si trova ruotato in senso antiorario, l'ingresso dell'amplificatore orizzontale è collegato alle boccole HOR. INPUT. In questa posizione si deve impiegare una sorgente esterna per la tensione di scansione orizzontale. La posizione seguente del commutatore consente l'applicazione della tensione a 50 Hz. (prelevata dal secondario di bassa tensione del trasformatore di alimentazione) all'ingresso dell'amplificatore orizzontale. Tutte le altre posizioni rendono possibile una scelta, a scatti, di frequenze comprese nella gamma del generatore a denti di sega. Per ottenere frequenze comprese tra uno scatto e l'altro si deve agire sul comando FREQ. VERNIER

Fig. 3 - Disposizione tipica del generatore di segnali B. F., dell'amplificatore e dell'oscillografo, per l'esame del comportamento dell'amplificatore stesso.

Il comando PHASE serve per regolare la relazione di fase tra il segnale applicato all'ingresso verticale e la tensione di rete. Il suo scopo è quello di compensare qualunque tipo di sfasamento nel segnale che si vuole osservare.

Regolando opportunamente i comandi SYNC. SELECTOR e SYNC. AMPLITUDE si ottiene la stabilizzazione dell'immagine, necessaria ad evitare che la traccia si sposti verso sinistra o verso destra. Il selettore di sincronismo può essere posto in tre diverse posizioni: *sincronismo esterno*, *sincronismo di rete*, e *sincronismo interno*. Nel primo caso occorre applicare all'ingresso EXT. SYNC. la tensione esterna di sincronismo che si desidera; nel sincronismo di rete la tensione viene prelevata all'interno dell'apparecchio, automaticamente, dal secondario del trasformatore di alimentazione; nel sincronismo interno, dal segnale stesso applicato allo ingresso verticale. In tutti e tre i casi l'ampiezza della tensione di sincronismo può essere regolata mediante il comando SYNC. AMPLITUDE.

Dal momento che qualunque forma d'onda di tensiosione alternata osservata sull'oscillografo rappresenta un valore da picco a picco, è conveniente tarare lo schermo verde posto innanzi al tubo catodico, in modo che queste tensioni si possano misurare con precisione. Sulle boccole, 1V *P - P* è ottenibile una tensione di taratura di 1 V picco a picco. L'esattezza del valore di questa tensione di calibrazione è legata a quella della tensione di filamento, e quindi a quella della rete di alimentazione. Inoltre, essa può differire dal valore esatto anche per la normale tolleranza della resistenza del partitore di tensione da cui è ricavata.

Per poter applicare un segnale direttamente alle placchette di deflessione verticale del tubo a raggi catodici, occorre portare l'interruttore a due vie e due posizioni, in posizione EXT. Il segnale viene allora applicato ai terminali dell'ancoraggio a due viti che si trova a fianco dell'interruttore. La polarità non ha, in questo caso, alcuna importanza, per il fatto che nessuna delle placchette deflettrici si trova collegata a massa all'interno dell'oscillografo. L'altezza della figura che si ottiene dipende, sia dalla sensibilità del tubo che dall'ampiezza del segnale applicato.

Per precauzione, la tensione positiva presente sulle due placchette non raggiunge direttamente le due viti esterne di ancoraggio cui si applica il segnale. Sono, infatti, interposti due condensatori da 5.000 pF. Essi oltre che per la sicurezza dell'operatore, servono anche per impedire che una eventuale sorgente di segnale esterno a bassa impedenza determini l'inefficienza del controllo di centraggio verticale. Il controllo di guadagno verticale non ha, in questo caso, alcun effetto, poichè l'amplificatore verticale rimane escluso. In tutte le applicazioni dell'oscillografo che richiedono l'uso dell'amplificatore verticale, l'interruttore a due vie e due posizioni deve essere sulla posizione di INT.

APPLICAZIONI

Sebbene su questo argomento sia prevista un'intera lezione, che seguirà prossimamente, riteniamo utile anticipare alcune considerazioni generiche che faciliteranno le operazioni di messa a punto, nonchè la perfetta comprensione del compito specifico di ogni singolo comando presente sul pannello.

L'uso principale dell'oscillografo verte sullo studio dei fenomeni elettrici, siano essi periodici che transitori. Poichè l'oscillografo è uno strumento che rileva le tensioni, le grandezze elettriche di cui si vuole misurare la variazione ed osservare l'andamento, devono, anzitutto, essere trasformate in variazioni di tensione.

Abbiamo già detto che, comunemente, il segnale si applica all'entrata verticale dell'oscillografo. Dopo essere passato attraverso l'amplificatore verticale, esso provoca la deflessione del raggio catodico nel tubo. Contemporaneamente, esso viene deviato in senso orizzontale dal segnale a dente di sega del generatore interno.

Come frequenza del segnale a dente di sega si sceglie, normalmente, una sub - armonica di quella del segnale da analizzare, ossia una sua frazione semplice. Quindi, sullo schermo compare, di sólito, più di un ciclo della forma d'onda.

Misure sugli amplificatori

A questo scopo è necessario, oltre all'oscillografo, un generatore di segnali ad audiofrequenza. Gli strumenti si dispongono come indicato alla **figura 3**. Il generatore di segnali a Bassa Frequenza deve essere in grado di fornire onde sinusoidali pure, con bassa distorsione armonica. La resistenza di carico deve adattarsi all'impedenza d'uscita dell'amplificatore. E' consuetudine effettuare tutte le prove con una tensione di ingresso sufficiente solo a sviluppare una potenza d'uscita di riferimento. In tal modo, si evita il sovraccarico degli stadi dell'amplificatore, con le conseguenti imprecisioni di misura che ne deriverebbero. Alla **figura 4** sono indicati i segnali che si ottengono sullo schermo dell'oscillografo nel caso in cui l'amplificatore introduca diversi tipi di distorsione. In **A** si può notare un forte appiat-

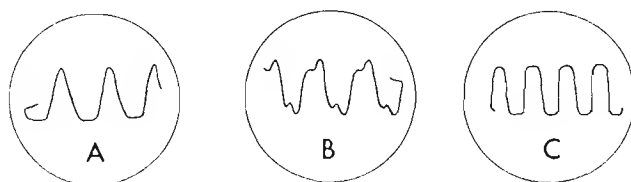



Fig. 4 - Esempi di distorsione in Bassa Frequenza rivelati dall'oscillografo. In A si nota una distorsione armonica del 10% circa. In B è evidente la presenza della terza armonica. La forma d'onda illustrata in C indica, invece, il sovraccarico di uno degli stadi di amplificazione dell'apparecchio in esame.

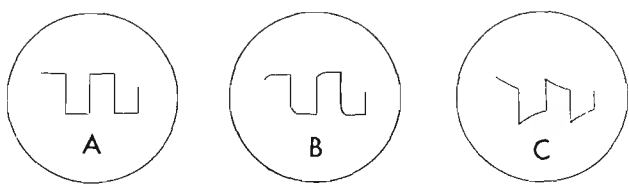



Fig. 5 - Esame del comportamento di un amplificatore con segnali ad onda quadra. In A, forma d'onda di ingresso. In B, responso scadente alle frequenze elevate, ed in C responso scadente alle frequenze basse. Si noti l'influenza del cattivo responso rispettivamente sui tratti orizzontali e su quelli verticali dei segnali.

timento di un picco, rappresentante circa il 10% di distorsione armonica. Questa condizione può essere causata da una polarizzazione non corretta in uno stadio qualunque, oppure da una valvola non funzionante in uno stadio finale in « push-pull ». In **B** si può notare una distorsione provocata dalla presenza della terza armonica, difetto particolarmente grave. In **C** si ha un appiattimento di entrambi i picchi (positivi e negativi), distorsione che — di solito — indica il sovraccarico di qualche stadio del circuito.

Sebbene l'impiego di un segnale di entrata sinusoidale indichi molto nei riguardi del responso di un amplificatore, con un segnale ad onda quadra si possono avere indicazioni ancora più precise circa l'entità della distorsione e dello sfasamento. Supponiamo di applicare all'ingresso la forma d'onda rappresentata alla **figura 5 - A**, la cui frequenza fondamentale sia di 50 Hz. Se l'amplificatore fosse perfetto, la forma d'onda osservabile sull'oscillografo sarebbe precisamente eguale a quella d'entrata. In pratica, si ha sempre una leggera distorsione. Dall'esame della forma d'onda presente all'uscita si riesce a determinare il comportamento dell'amplificatore a frequenze anche molto diverse da quella di prova (vedi lezione 91ª). Se l'amplificatore ha un'ottima risposta alle frequenze elevate, il tratto verticale della onda quadra è molto ben definito, e gli angoli sono chiaramente delineati a 90°. Una distorsione del tipo di quella indicata alla figura **5 - B** indica un responso scarso alle frequenze elevate, che può essere determinato da distorsione di ampiezza, da sfasamento o da entrambi. Possiamo pertanto affermare che la forma del tratto ascendente delle onde rettangolari ci indica la capacità dell'amplificatore di riprodurre fedelmente le frequenze elevate.

Viceversa, l'inclinazione del tratto orizzontale indica un cattivo responso dell'amplificatore alle frequenze più basse. Alla figura 5 - **C** è rappresentata la forma d'onda che si ottiene in uscita se l'amplificatore introduce distorsione a queste frequenze. Naturalmente, per poter effettuare delle misure con una certa precisione, occorre che il segnale ad onda quadra che si applica all'ingresso non abbia la minima distorsione in se stesso.

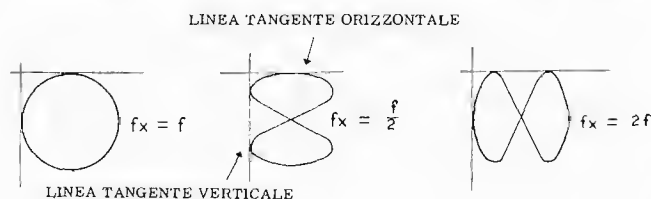



Fig. 6 - Oscillogrammi ottenuti durante la misura di frequenza, collegando il segnale a frequenza incognita al canale verticale, ed uno di frequenza nota al canale orizzontale. La base dei tempi è esclusa. Il numero dei cerchi completi indica il rapporto tra le due frequenze, il che consente la misura di quella incognita.

Misure di tensioni alternate

Date le sue caratteristiche, questo oscillografo è adatto alla misura di tensioni alternate. Esso fornisce le tensioni picco a picco, e quindi è valido per misure su qualunque tipo di forma d'onda. I comuni voltmetri forniscono invece il valore efficace di una tensione alternata, e sono quindi validi solo per tensioni sinusolidali.

Quando si usa l'oscillografo per misurare tensioni alternate, è utile disporre il selettore orizzontale in posizione HOR. INPUT. In tal modo, il segnale applicato produce solo una linea verticale che può essere messa a fuoco e centrata esattamente, dando luogo a letture molto accurate.

Per quanto riguarda le onde sinusoidali, esistono le seguenti relazioni — peraltro già note — tra i valori efficaci e di picco:

tensione efficace x 1,414 = tensione di picco;
tensione efficace x 2,828 = tensione di picco a picco;
tensione di picco x 0,707 = tensione efficace;
tensione picco a picco x 0,3535 = tensione efficace.

Misure di correnti alternate

Per misurare correnti alternate, la corrente incognita viene fatta passare attraverso una resistenza di valore noto. La caduta di potenziale ai capi di detta resistenza viene misurata come descritto precedentemente. In seguito, mediante la legge di Ohm, si calcola il valore della corrente. Per poter eseguire misure accurate occorre che la resistenza non sia reattiva alla frequenza interessata; inoltre, la corrente deve essere relativamente bassa rispetto alla resistenza di carico prescelta.

Misure di frequenza

Le misure di frequenza possono essere effettuate con un'esattezza che è limitata solo da quella della frequenza di riferimento reperibile, che in alcuni casi può essere la stessa frequenza della rete di alimentazione, ossia 50 Hz. La frequenza incognita viene applicata all'ingresso verticale e quella di riferimento all'ingresso orizzontale. Come risultato si può ottenere sullo schermo una figura di diverse forme. Tre esempi classici sono rappresentati alla **figura 6**. La frequenza incognita si può calcolare mediante la formula:

$$f = \frac{F \times N_o}{N_v}$$

ove f è la requenza incognita, F è la frequenza di riferimento, N_o è il numero delle spire della figura risultante, tangenti all'asse orizzontale, ed N_v è il numero delle spire tangenti all'asse verticale.

Le curve che si ottengono in questo modo si chiamano **figure di Lissajous**; è buona norma ottenere delle figure lentamente ruotanti piuttosto che stazionarie. In questo modo si elimina la possibilità di introdurre errori nel contare i punti di tangenza. Se, infatti, la figura è stazionaria, potrebbe formarsi un'immagine sdoppiata; in tal caso, il termine della traccia deve essere contato come mezzo punto di tangenza, e non come un punto intero.

In una prossima lezione pubblicheremo numerosi esempi di figure di Lissajous — sotto forma tabellare — il che potrà tornare utile al lettore per individuare con maggiore facilità forme e rapporti.

Chiedete all'edicola

E' uscito il Numero 100

vol. IX - aprile 1961

Rivista mensile diretta da Giulio Borgogno

RADIO e TELEVISIONE

viene inviata in abbonamento e venduta alle Edicole in tutta Italia.

Agli abbonati in caso di cambio indirizzo è richiesto l'invio di Lire 50 con la comunicazione dell'indirizzo nuovo; in ogni caso è sempre molto importante precisare anche il vecchio indirizzo al quale la Rivista veniva spedita.

Per lo scambio di corrispondenza si prega unire il francobollo per la risposta.

PUBBLICITA':

Via dei Pellegrini, 8/4 - Telef. 593.478 - Milano

La Rivista accetta inserzioni pubblicitarie secondo tariffe che vengono inviate a richiesta delle Ditte interessate.

La Direzione, pur essendo disposta a concedere molto spazio alla pubblicità poichè questa interessa sempre gran parte dei lettori, avverte che ogni aumento di inserzioni non andrà mai a danno dello spazio degli articoli di testo perchè ogni incremento di pubblicità porterà ad un aumento del numero di pagine.

La Direzione si riserva la facoltà di rifiutare i testo, le fotografie e i disegni che non ritenesse adeguati all'indirizzo della rivista.

REDAZIONE E DIREZIONE:

Via dei Pellegrini, 8/4 - Telef. 593.478 - Milano

La responsabilità degli scritti firmati spetta ai singoli autori.

Manoscritti, disegni, fotografie non pubblicati non si restituiscono.

STAMPA:

Via dei Pellegrini, 8/6 - Telef. 542.924 - Milano

Tipografia propria: Grafica Tecnico Commerciale

Iscrizione presso il Tribunale di Milano al N. 3188

Direttore responsabile: Giulio Borgogno.

DIFFUSIONE:

Concessionaria per la diffusione alle Edicole in Italia: Diffusione Milanese - Via Soperga, 57 - Milano.

ABBONAMENTI:

Abbonamento a 6 numeri: lire 1600; a 12 numeri: lire 3060 - IGE compresa. Estero: lire 4000 (dollari 6).

I numeri arretrati costano lire 350; possono però essere compresi in conto abbonamento, se disponibili. Per l'invio di qualsiasi somma consigliamo servirsi del Conto Corrente Postale; è il mezzo più economico e sicuro. Modulo di versamento all'Ufficio Postale.

Il ns./Conto Corr. porta il N. 3/4545 - Milano.

SOMMARIO

Organo informativo dei commercianti di radio-TV ed apparecchi elettrodomestici - degli importatori e dei tecnici dell'industria del ramo - per la documentazione di categoria e la divulgazione tecnica